



Hochschule Magdeburg-Stendal
Fachbereich Ingenieurwissenschaften und Industriedesign (IWID)
Institut für Elektrotechnik

Bachelorarbeit

**zur Erlangung des Grades eines „Bachelor of Engineering“
im Studiengang Elektrotechnik**

Thema: Auswahl von Planungs-Software für Glasfasernetze

Eingereicht von: Robin Bärsch

Angefertigt für: I2KT GmbH & Co. KG

Matrikel: 20152777

Ausgabetermin: 16.03.2020

Abgabetermin: 15.07.2020

Schulischer Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Dieter Schwarzenau

Betrieblicher Betreuer: Dipl.-Ing. (FH) Thomas Lange

.....
1. Prüfer

.....
2. Prüfer

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit eigenständig und ohne fremde Hilfe angefertigt habe. Textpassagen, die wörtlich oder dem Sinn nach auf Publikationen oder Vorträgen anderer Autoren beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde bisher keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.

Magdeburg, 15.07.2020

Unterschrift des Verfassers

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	V
Abkürzungsverzeichnis	VI
Tabellenverzeichnis	VII
1. Einleitung	1
1.1 Problemstellung	1
1.2 Aufgaben einer Planungssoftware	1
2. Vorbetrachtung (Grundlagen)	3
2.1 Darstellung des Netzes gemäß Förderrichtlinie	3
2.2 Abriss Planungsrichtlinie	4
3. Planungstools	9
3.1 TANNIS	9
3.1.1 Eingabe	9
3.1.2 Ausgabe	9
3.1.3 Händische Nacharbeit	9
3.2 FiberPlanIt	10
3.2.1 Eingabe	10
3.2.2 Ausgabe	12
3.2.3 Händische Nacharbeit	12
3.3 IMSWARE	12
3.4 3-GIS	13
4. Beispiel Planung Großrückerswalde	15
4.1 TANNIS	15
4.2 FiberPlanIt	20
5. Fazit	28

Literaturverzeichnis	VIII
Anhangsverzeichnis	XI
Anhang	XII

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 – Beispiel einer Netzdarstellung	4
Abbildung 2 – Konfiguration des Arbeitsbereiches in FiberPlanIt	11
Abbildung 3 – TANNIS Task Control Fenster	15
Abbildung 4 – TANNIS Planungssteuerung	16
Abbildung 5 – Großrückerswalde nach der Generierung der Gebiete durch TANNIS	17
Abbildung 6 – fertige Planung des Gebiets Großrückerswalde	19
Abbildung 7 – Großrückerswalde vor der Planung	20
Abbildung 8 – Ausschnitt von Großrückerswalde nach Vorbereitung durch FiberPlanIt	22
Abbildung 9 – Ausschnitt der Oberfläche zur Definition von Regeln und dem Material	24
Abbildung 10 – Erster Entwurf des Gebiets Großrückerswalde	25
Abbildung 11 – Teil der „Bill of Material“	26

Abkürzungsverzeichnis

FTTB	Fiber to the Building
FTTH	Fiber to the Home
FTU	Fiber Termination Unit
Glasfaser-APL	Glasfaser-Anschlusspunkt Linientechnik
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
KVz	Kabelverzweiger
LWL	Lichtwellenleiter
MFG	Multifunktionsgehäuse
P2P	Point to Point
PON	Passive Optical Network
POP	Point of Presence
QGIS	Quantum GIS

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 – Farbcodierung nach VDE0888	7
Tabelle 2 – Vergleich Planungsgebiet Großrückerswalde zwischen TANNIS und FiberPlanIt ...	28

1. Einführung

In der heutigen Zeit läuft der Großteil der Kommunikation übers Internet ab. SMS wurden durch Messenger-Dienste ersetzt, statt normalen Fernsehprogrammen werden Serien auf Streaming-Plattformen angeschaut und Briefe wurden durch E-Mails abgelöst. In Deutschland ist der Briefverkehr zwischen 2000 und 2017 um 18,3 % zurückgegangen, in Dänemark sogar um 82,3 %. [1] Neben der Kommunikation werden auch immer mehr Informationen und Daten über das Internet verbreitet. Es war noch nie so einfach wie heute, sich schnell über etwas zu informieren. Da immer mehr Bandbreite benötigt wird, ist es notwendig, Glasfaserkabel in ganz Deutschland zu verlegen. In Deutschland werden gerade einmal 3,6 % aller Breitbandanschlüsse mit Glasfaser versorgt. [2] Da das Kupfernetz in Deutschland in absehbarer Zeit seine Grenzen erreicht und nicht mehr die benötigte Bandbreite übertragen kann, stellte die Bundesregierung 2015 das Bundesförderprogramm zum Breitbandausbau vor. Es unterstützt Landkreise und Kommunen, indem bis zu 70 % der Investitionssumme übernommen werden. [3]

1.1 Problemstellung

Durch das Bundesförderprogramm sehen die Landkreise und Kommunen einen Weg, ihr Gebiet kostengünstiger auszubauen und mit Glasfaser zu erschließen. Das erhöht zunehmend den Druck auf Planungsunternehmen, da diese eine große Anzahl an Aufträgen bekommen. All diese Aufträge müssen aufwendig geplant werden und dafür wird spezielle Software benötigt. Der Markt der Planungssoftware ist groß, eine Auswahl zu treffen schwierig. Verschiedene Planungsprogramme haben verschiedene Algorithmen und Schnittstellen, welche auf den jeweiligen Internetseiten nur selten erklärt werden. Neben den Algorithmen und Schnittstellen sind auch der Umfang der Software, die Erreichbarkeit des Supports und der Anteil der manuellen Zusatzarbeit Faktoren, die bei der Entscheidung eine wichtige Rolle spielen. Eine Online-Vorstellung jeder einzelnen Software ist zeitlich nicht möglich. Daher ist es wichtig, vorab eine Liste an Auswahlkriterien zu haben, um sich schnell und richtig zu entscheiden.

1.2 Aufgaben einer Planungssoftware

Eine Planungssoftware sollte vor allem automatisiert arbeiten und das so viel wie möglich. Eine Software, bei der der Großteil der Arbeit manuell durchgeführt werden muss, kostet viel Zeit und wirkt sich wiederum schlecht auf das Bild des Unternehmens aus, wenn dadurch Fristen überschritten werden. Aber auch eine voll automatisierte Software bringt wenig, wenn sich viele Fehler einschleichen, die manuell bearbeitet werden müssen. Ein schlecht geschriebener Planungsalgorithmus sorgt für mehr Arbeit der Planer und auch für eventuell höhere Kosten des

gesamten Projekts. Daher ist es wichtig, dass die Software eine korrekte Berechnung der Mengen und Massen ausgibt, um sicherzugehen, dass der kostengünstigste Weg geplant wurde.

Nicht jede Software unterstützt jeden Schritt der Planung. Die verschiedenen Planungsschritte werden in den Leistungsphasen nach HOAI definiert. Für einen Planer sind die Phasen Entwurfsplanung, Genehmigungsplanung und Ausführungsplanung am wichtigsten. Demzufolge sollte eine Planungssoftware sich mit diesen Schritten der Planung auseinandersetzen.

In der Entwurfsplanung soll eine grobe Planung des Gebiets stattfinden. Dabei soll ein realisierbares Planungskonzept entwickelt werden, welches die Probleme des Gebiets berücksichtigt. Außerdem soll das Planungskonzept mit allen festgelegten Komponenten dargestellt werden. Die Entwurfsplanung bildet die Grundlage der Genehmigungsplanung. [4]

Das Ziel der Genehmigungsplanung ist es, eine Baugenehmigung zu erhalten. Um diese zu erhalten, werden verschiedene Formulare bei der Bauaufsichtsbehörde eingereicht, darunter auch die Entwurfsplanung. Alle Mängel und Bemerkungen der Bauaufsichtsbehörde sind zu beheben, was oft eine Änderung der Entwurfsplanung mit sich bringt. Daher sollte es einfach sein, in einer Planungssoftware Änderungen am Projekt vorzunehmen, um den Entwurf bestmöglich an die Vorgaben anzupassen. Die Genehmigungsplanung ist die Grundlage der Ausführungsplanung. [5]

Die Ausführungsplanung ist der letzte Schritt, bevor mit dem Bau angefangen werden kann. Das Ziel ist es, mit der Grundlage der Entwurfs- und Genehmigungsplanung einen detaillierten Plan zu erstellen, der alle Berechnungen, Massen, Längen der Kabel, Arten der Kabel usw. enthält. Alle Informationen, die zum Ausbau des Gebietes nötig sind, müssen in der Ausführungsplanung enthalten sein. [6]

2. Vorbetrachtung

2.1. Darstellung des Netzes gemäß Förderrichtlinien

In den Förderrichtlinien ist festgelegt, wie ein Netz grundlegend aufgebaut werden soll. Festgelegt wird, dass bei einem Ausbau bereits vorhandene Infrastruktur genutzt werden sollte. Darunter fallen Leerrohre und noch freie Kapazitäten in KVz und MFGs. Daraus resultiert ein diskriminierungsfreier Zugang für mehrere Anbieter. Festgelegt wird auch ein Faserbedarf von vier Fasern pro Wohneinheit und zwei Fasern pro Gebäude. Zu der kalkulierten Anzahl an Leerrohren muss eine Reserve in Höhe von 15 % der geplanten Rohre verlegt werden. Selbiges gilt für die Dimensionierung eines KVz, einer Muffe und des Backbonenetzes. Die Infrastruktur muss redundant sein. Ebenfalls festgelegt wird, wie die Anbindung an Schulen und Krankenhäusern gebaut werden soll. Für beide soll ein Rohrverband mit der Mindestgröße 12x10x2 mm verlegt werden. Das Maß 12x10x2 mm bedeutet, dass ein Rohrverband aus 12 Rohren besteht, die jeweils einen Außendurchmesser von 10 mm und eine Wandstärke von 2 mm aufweisen. Bei einer Trassenlänge von mehr als einem Kilometer werden mindestens 2 Rohrverbände dieser Größe verlegt.

Des Weiteren wurde ein einheitliches Materialkonzept festgelegt. Die Verteilebene zwischen dem POP und dem KVz wird mit Einzelröhrchen gebildet, die einen Außendurchmesser von 12 mm und einen Innendurchmesser von 8 mm haben. Zusätzlich wird ein Rohrverband 12x10x2 mm verlegt. Zwischen den Verzweigern und den Gebäuden werden Rohrverbände mit den Mindestmaßen 6x10x2 mm verlegt. Hausanschlüsse werden mit Einzelröhrchen realisiert, die einen Außendurchmesser von 10 mm und einen Innendurchmesser von 6 mm aufweisen. Backbones werden mit Einzelröhrchen mit den Größen 16 mm und 12 mm gebaut, zusätzlich wird ein Rohrverband 12x10x2 mm als Reserve verlegt. Die Dimension der Schutzrohre und die Ausführung der Einzelrohre sind ebenfalls in der Förderrichtlinie definiert.

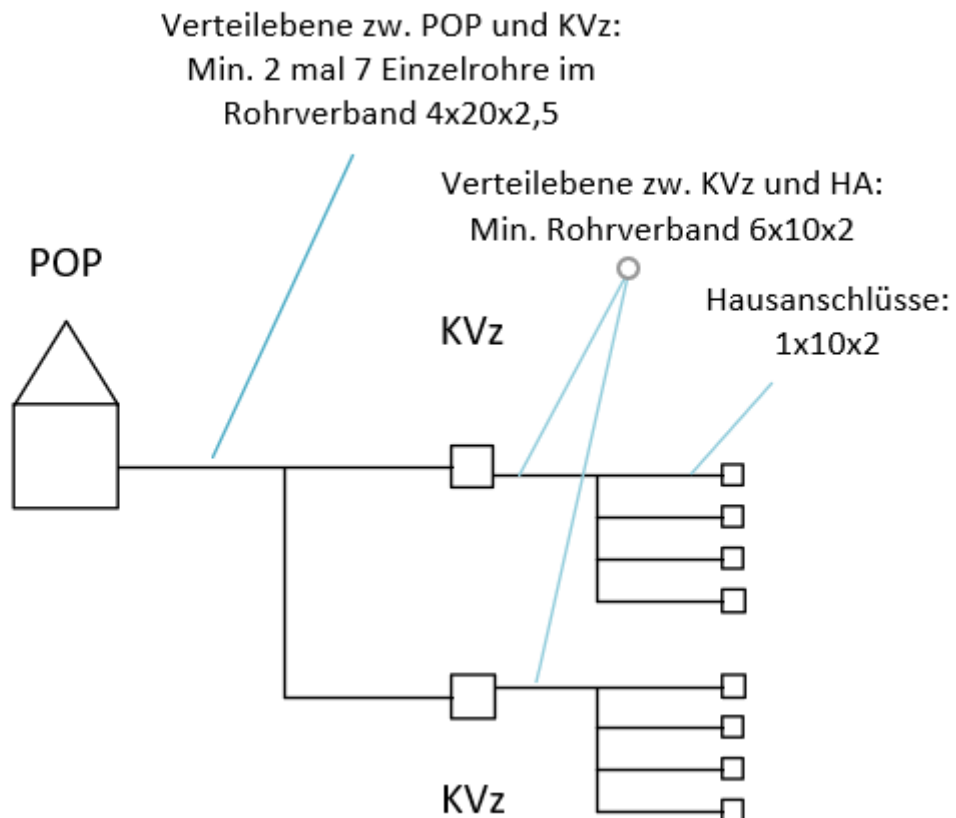


Abb. 1: Beispiel einer Netzdarstellung

Auf Abbildung 1 wird gezeigt, wie eine Netzdarstellung nach Vorgaben der Förderrichtlinie auszusehen hat. Die Abbildung stellt eine einfache schematische Zeichnung dar, die beschreibt, wie viele und welche Rohrverbände verlegt werden und gibt Aufschluss darüber, wie komplex das zu bauende Netz aussieht. In diesem Beispiel wird gezeigt, dass ein POP zwei KVz versorgt. Diese sind verbunden mit jeweils vier Häusern. Es besteht die Möglichkeit, bereits jetzt eine ungefähre Länge der einzelnen Rohrverbände anzugeben. [7]

2.2. Abriss Planungsrichtlinie

Jede Planung unterliegt verschiedenen Regeln, welche von Kunde zu Kunde unterschiedlich sind. So unterscheiden sich verwendete Bauteile, die Farbzuteilung der einzelnen Fasern und die Art der Bauweise. Um diese Regeln einzuhalten, entwerfen die Betreiber Richtlinien. Aus datenschutztechnischen Gründen darf der Herausgeber dieser Planungsrichtlinie, die hier als Beispiel dient, nicht genannt werden. Das Unternehmen beschreibt in ihren Richtlinien die Unterteilung der Planung in die Entwurfs-, Genehmigungs- und Ausführungsplanung und definiert die Inhalte dieser Planungsschritte. So beinhaltet die Entwurfsplanung u. a. Standorte von KVz, Standorte der POP, förderfähige und nicht förderfähige Adresspunkte und Längenangaben. Die Genehmigungsplanung setzt auf die Entwurfsplanung auf und enthält alle zu genehmigenden

Trassen, Technikstandorte und Baugenehmigungen. In der Ausführungsplanung werden die Informationen weiter verarbeitet. Dort werden Trassenpläne mit Angaben zu verwendeten Materialien, Oberflächenpläne, Rohrbelegungslisten, Spleißpläne und Bestandsauskünfte gefordert. In den folgenden Kapiteln der Richtlinie wird beschrieben wie die technischen Betriebsstätten, die Rohrnetze und die Glasfasernetze dimensioniert werden sollen.

In der Dimensionierung der technischen Betriebsstätte wird festgelegt, dass mindestens zwei POP pro Cluster als Core-POP festgelegt und als Shelter ausgeführt werden müssen. Dadurch wird Redundanz sichergestellt, d. h. sollte ein POP ausfallen, kann der Datenverkehr weiterhin gewährleistet werden. Diese sind mit dem Unternehmen abzustimmen. Ein Shelter ist ein kleines Gebäude, in dem alle Verbindungen des POP-Gebiets zusammenlaufen, außerdem können dort zum Beispiel zusätzliche Kabel abgelegt werden. Ein Shelter sollte einbruchsicher, trocken und brandgeschützt sein. Alle anderen POP werden im Stich mit den Core-POP angebunden. Des Weiteren wird festgelegt, welche aktiven und passiven Komponenten im Shelter zum Einsatz kommen und wie genau die Shelter dimensioniert sind. Bei der Dimensionierung der Shelter gibt es eine große und eine kleine Shelter-Variante. Wie viele Fasern aufgenommen werden können, wie die Spleißmodule bestückt werden sollen und was an Reserve einzuplanen ist, wird in der Richtlinie genau festgelegt. Aktive Komponenten des Access-Netzes und Sondertechnik befinden sich im MFG. Das einzige passive Element in dem MFG ist ein Patchpanel. Das Patchpanel ist dafür verantwortlich, dass die Ablage und Terminierung der Fasern fachgerecht erfolgt und ein Arbeiten an den Spleißkassetten auch im beschalteten Zustand möglich ist. Auch bei den MFG stehen zwei Typen unterschiedlicher Größe zur Verfügung, wobei auch hier genau beschrieben wird, wie viele Fasern aufgenommen werden, wie die Spleißmodule bestückt sind, wie Rohre in den MFG eingeführt werden und wie viel Reserve vorhanden sein muss. KVz sollen in der Lage sein, ankommende Rohrverbände aufzunehmen. Dafür sind zwei Typen unterschiedlicher Größe von KVz vorgesehen, der KVz mini ist in der Lage, 28 Hausanschlüsse zu versorgen und der KVz 82 kann bis zu 56 Hausanschlüsse anbinden. KVz sollten nicht in Gefahrengebieten platziert werden und wetterfest und sabotagesicher ausgeführt sein. Der Standort ist durch eine Begehung mit dem zuständigen Bauamt festzulegen. Der KVz sollte sich gut in die Hauptkabelrohrtrasse einfügen. Die Dokumentation sollte in der Genehmigungsplanung vorzufinden sein, zusätzlich muss eine schriftliche Genehmigung des Grundstückseigentümers eingeholt werden, an dessen Grenze der KVz gesetzt werden soll. Ähnliche Definitionen lassen sich bei den Kabelschächten und Muffen vorfinden. Es wird beschrieben, welche Standorte für Kabelschächte bevorzugt werden und bei welcher Rohrverbandanzahl der kleine bzw. der große Kabelschacht verbaut wird. Kabelschächte sollen demnach nur im Gehweg eingebaut werden. Die Dokumentation findet in

der Genehmigungs- und Ausführungsplanung statt. Bei diesem Unternehmen werden Spleißmuffen ausschließlich als Verbindungsmuffen verwendet. Es gibt drei Arten von Muffen, die sich ebenfalls in ihrer Größe unterscheiden. Die Kleinmuffe versorgt nur drei, die kleine Spleißmuffe bis zu 16 und die große Spleißmuffe bis zu 20 Hausanschlüsse. Wie die Kassetten in den Muffen belegt werden sollen, wird genau definiert. Der letzte Absatz befasst sich mit der Dimensionierung der Hausanschlüsse. Hauseinführungen müssen unterirdisch, oberirdisch sowie schräg angeboten werden und sollten möglichst klein sein. Der Glasfaser-APL wird in einer kleinen oder großen Form eingebaut, abhängig davon, wie viel Wohneinheiten versorgt werden müssen. Ab drei Wohneinheiten wird ein großer Glasfaser-APL verbaut, ab 13 Wohneinheiten ein zweiter großer Glasfaser-APL. Als Netzabschluss dient dabei die FTU. Diese wird innerhalb der Wohneinheit installiert, bei Mehrfamilienhäusern kann zusätzlich die Netzebene 4 auf Glasfaserbasis errichtet werden. Damit ist die Ausführung der Anschlüsse vom POP bis zur FTU genau definiert.

In den beiden darauffolgenden Kapiteln wird die Dimensionierung des Rohrnetzes und des Glasfasernetzes definiert. In den Trassen werden maximal acht Rohrverbände 4x20x2,5 mm geplant, mit Ausnahme in einem 100 m Bereich um den POP. Zwischen dem Bestandsnetz und einem neuen POP wird ein schwarzes Kabelschutzrohr PE-HD 50x4,6 mm verlegt. Zur Verbindung von POPs wird ein Rohr 4x20x2,5 mm genutzt. Genaue Spezifikationen sowie die Farbcodierungen werden auf den folgenden Seiten in den Richtlinien definiert. Die Farbcodierung richtet sich dabei nach der VDE 0888:

Tabelle 1: Farbcodierung nach VDE0888

Nummer	Bündel- /Faserfarbe	Nummer	Bündel-/Faserfarbe
01	Rot	13	Rot mit zusätzlicher schwarzer Ringmarkierung
02	Grün	14	Grün mit zusätzlicher schwarzer Ringmarkierung
03	Blau	15	Blau mit zusätzlicher schwarzer Ringmarkierung
04	Gelb	16	Gelb mit zusätzlicher schwarzer Ringmarkierung
05	Weiß	17	Weiß mit zusätzlicher schwarzer Ringmarkierung
06	Grau	18	Grau mit zusätzlicher schwarzer Ringmarkierung
07	Braun	19	Braun mit zusätzlicher schwarzer Ringmarkierung
08	Violett	20	Violett mit zusätzlicher schwarzer Ringmarkierung
09	Türkis	21	Türkis mit zusätzlicher schwarzer Ringmarkierung
10	Schwarz	22	Transparent mit zusätzlicher schwarzer Ringmarkierung
11	Orange	23	Orange mit zusätzlicher schwarzer Ringmarkierung
12	Rosa	24	Rosa mit zusätzlicher schwarzer Ringmarkierung

Für die Verbindungen zwischen dem POP und dem ersten passiven Verzweiger und den passiven Verzweigern und dem Gebäude stehen jeweils zwei Rohrverbände mit unterschiedlichen Eigenschaften zur Verfügung. Für die Verbindung zwischen dem POP und dem ersten passiven Verzweiger kann weiterhin der Rohrverband 4x20x2,5 mm verwendet werden. Der Rohrverband 2x20x2,5 mm + 7x10x2,0 mm kann sowohl zwischen dem POP und dem ersten passiven Verzweiger, als auch zwischen einem passiven Verzweiger und dem Gebäude verlegt werden. Der zweite zugelassene Rohrverband für die Verbindung zwischen einem passiven Verzweiger und dem Gebäude ist der Rohrverband 8x10x2,0 mm. Die Aufgabe des Planers besteht darin, die jeweiligen Situationen abzuwägen und die richtigen Rohrverbände zu verwenden. Für den Hausanschluss wird ein Rohr mit den Maßen 1x10x2,0 mm verwendet.

Bei der Planung des Glasfasernetzes ist darauf zu achten, dass die maximale Länge der Glasfaserverbindung zwischen dem POP und dem Netzabschluss im Kundengebäude nicht mehr als 10 km beträgt. Daher sollte die Trasse mit maximal 9,5 km geplant werden, da in Kabelschächten, im POP und vor einem POP als MFG jeweils 20 m Reserve einzuplanen sind. Die LWL-Kabel werden nach einem Farbcode ausgezählt, so lässt sich genau zuteilen, welcher Haushalt welches Kabel bekommt. Um die Verbindung zwischen dem Bestandsnetz und dem POP

zu realisieren, wird ein A-DQ(ZN)b2Y 4x12 E9/125¹ in einem Kabelschutzrohr PE-HD 50x4,6 mm verlegt. Um zwei POPs miteinander zu verbinden, wird immer ein 144F-LWL-Minikabel verbaut. Es werden maximal zwei Kabel je 4x20x2,5 mm Rohrverband geplant. Zuführungskabel vom POP zu passiven Verzweigern können 48, 144 oder 288 Fasern enthalten. Die Einführung der Kabel in die passiven Verzweiger ist in den Richtlinien genau definiert. Bei allen bisher genannten Verbindungen ist die anfangs erwähnte Reserve zu beachten. Um ein Gebäude mit einem passiven Verzweiger zu verbinden, wird ein Kabel mit 6, 12, 24 oder 48 Fasern verwendet. Dabei wird darauf geachtet, wie viele Wohneinheiten in einem Gebäude versorgt werden sollen. Für ein Gebäude werden zwei Fasern geplant, zusätzlich kommen pro Wohneinheit vier Fasern hinzu. Ab zwölf Wohneinheiten wird ein zweites Anschlussrohr in das Gebäude verlegt, ab 24 Wohneinheiten ein drittes Kabel. Hauseingänge mit mehr als 24 Wohneinheiten müssen als Einzelfall geprüft werden. [8]

¹ Siehe Anhang 1

3. Planungstools

3.1. TANNIS

TANNIS ist eine Software der Firma flabb-planung, die Mitte der 90er-Jahre entwickelt wurde, mit dem Ziel, ein Planungstool für Telekommunikations- und Energienetze zur Verfügung zu stellen, welches eine umfangreiche Dokumentation und Planung ermöglichen sollte. 1999 wurde TANNIS veröffentlicht. [9] TANNIS speichert die Dateien in einer Oracle-Datenbank und benutzt zur Berechnung einen vorprogrammierten Algorithmus, welcher sich nur wenig beeinflussen lässt. Der Algorithmus ist sehr starr und passt sich nicht dem jeweiligen Gebiet an. Es ist möglich, ein paar Regeln festzulegen, aber der Großteil wird weiterhin unbeeinflussbar ausgeführt.

3.1.1. Eingabe

Mithilfe einer Excel-Tabelle lassen sich die Adresspunkte eines Gebietes einlesen. In der Tabelle sollte die X- und Y- Koordinate unbedingt festgelegt werden, andere Informationen wie die Postleitzahl oder der genaue Straßenname, sind optional. Um eine bessere Planung erzielen zu können, sollten Sondergeometrien in das Programm geladen werden. Sondergeometrien sind Hintergrundkarten, Flurstücke und existierende Leerrohre. Die Sondergeometrien müssen als DXF-Dateien vorliegen.

3.1.2. Ausgabe

TANNIS gibt hauptsächlich DXF-Dateien aus. Es ist möglich, mithilfe bereits vorgefertigter Excel-Dateien und Skripte verschiedene Tabellen in Excel zu erzeugen, um u. a. Spleißpläne oder eine Übersicht über Mengen und Massen zu erstellen.

3.1.3. Händische Nacharbeit

Nachdem die Hausanschlüsse eingelesen wurden, müssen die verschiedenen KVz- und POP-Gebiete per Hand festgelegt und abgespeichert werden. Die Anschlussgebiete müssen manuell Flächen zugewiesen werden. Die Positionen der POPs und KVz müssen ebenfalls manuell bestimmt und benannt werden.

Es ist zwingend notwendig, dass zwischen KVz-Gebieten ein Bauende oder ein Trassenknoten platziert wird. In TANNIS muss jedes Rohr und jedes Kabel an einem Bauende enden. Bei zu langen Trassen und an Trassenkreuzungen zu Stichen sind ebenfalls Trassenknoten notwendig. Bei einer durchgeführten Mehrstrichplanung kommt es vor, dass die Farbcodierung der Fasern neu bestimmt wird, da TANNIS den Eingang in einen Trassenknoten anders berechnet als den

Ausgang. Das muss nachträglich behoben werden, da der Plan sonst nicht praktisch umgesetzt werden kann. Um die Trasse an der Topologie anzupassen, werden Stützpunkte benötigt.

Alle genannten Punkte müssen für das komplette Netz manuell erledigt werden, bis ein topologisch vollständiges Netz entsteht.

3.2. FiberPlanIt

FiberPlanIt ist eine Planungssoftware von Comsof Fiber. Die Software wurde 2008 entwickelt [10] und wird durch regelmäßige Updates auf einem aktuellen Stand gehalten und ständig erweitert. Das Programm wird auf der Festplatte des Rechners installiert und führt dort alle Simulationen durch. Eine Verbindung zum Internet ist dennoch notwendig, da FiberPlanIt regelmäßig eine Verbindung zu zwei Lizenzservern aufbaut, um zu überprüfen, ob die Lizenz der Software noch aktuell ist und ob eine Lizenz für das entsprechende Gebiet vorhanden ist. Die Verbindung zu den beiden Lizenzservern kann über einen Proxyserver laufen. [11]

Um FiberPlanIt nutzen zu können, muss keine spezielle Hardware vorhanden sein, bessere Hardware beschleunigt lediglich die Berechnung. Probleme könnten auftreten, wenn nicht genug Arbeitsspeicher vorhanden ist. Bei kleinen Projekten sind 4 GB Arbeitsspeicher genug. FiberPlanIt empfiehlt einen Arbeitsspeicher von mindestens 16 GB. Das Betriebssystem sollte mindestens Windows Vista Service Pack 2 sein. [12] Mithilfe einer virtuellen Maschine ist es möglich, FiberPlanIt unter MAC und Linux zu nutzen. [13]

3.2.1. Eingabe

Um mit FiberPlanIt arbeiten zu können, wird ein Arbeitsbereich benötigt, in welchen Dateien abgespeichert werden, auf die zur Berechnung zurückgegriffen wird. In dem Arbeitsbereich werden Informationen, wie Hausanschlüsse und Zugangsstrukturen eingebunden. Diese Informationen müssen als Shape-Datei vorliegen. Eine Shape-Datei ist ein Format für vektorielle Geodaten. Das Dateiformat wird in vielen GIS-Systemen als Standard verwendet, da es ein einfaches und wenig anspruchsvolles Format darstellt. Eine Shape-Datei besteht immer aus mindestens drei Dateien. Die .shp dient zur Speicherung der Geometriedaten, die .dbf speichert Sachdaten im dBASE-Format und die .shx soll die Sachdaten mit der Geometrie verknüpfen. Eine Shape-Datei kann immer nur einen Typ darstellen. Die vier Typen, die dargestellt werden können, sind Punkte, Flächen, Linien und Multi-Punkte. [14]

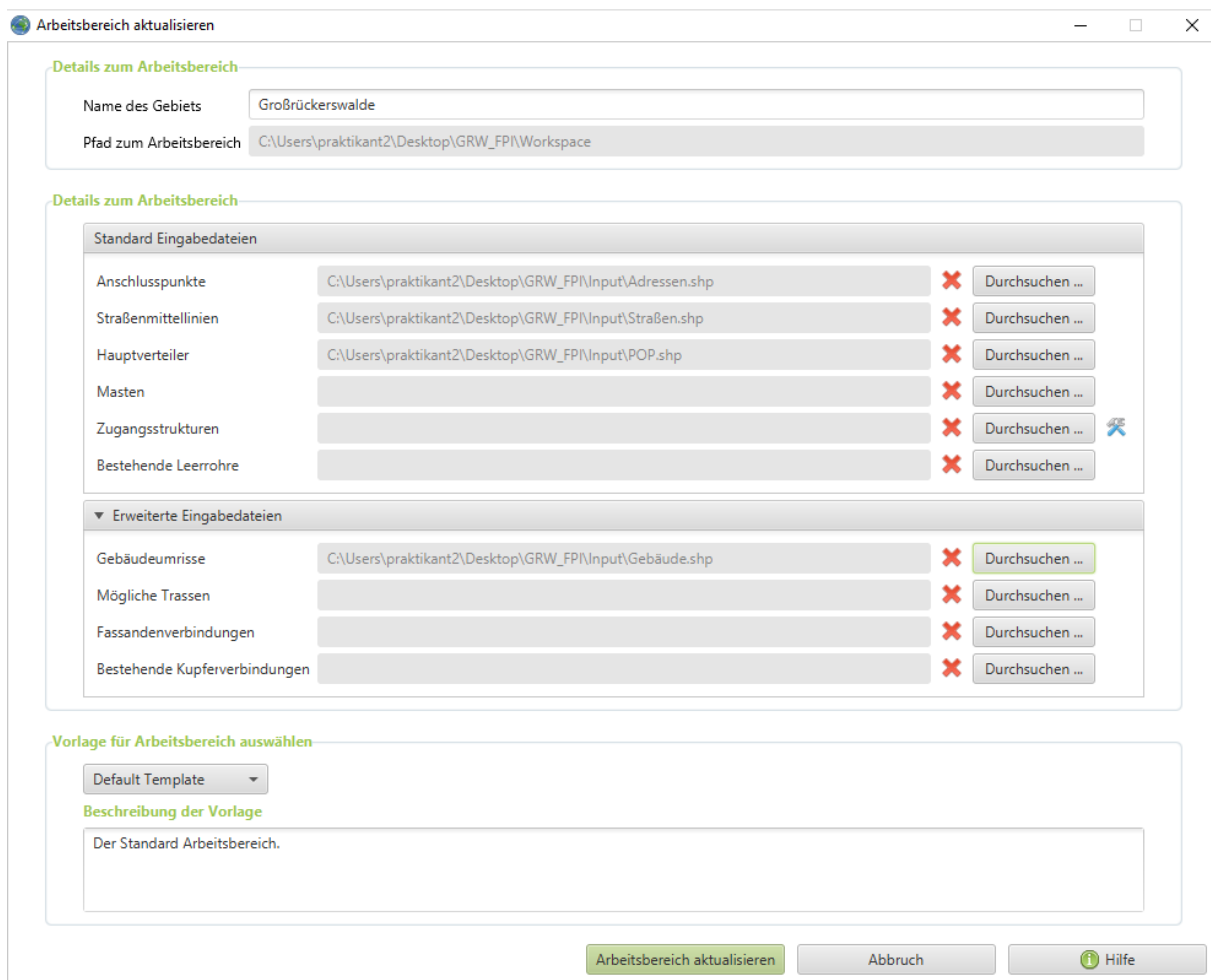


Abb. 2: Konfiguration des Arbeitsbereiches in FiberPlanIt

Die wichtigsten Informationen, die FiberPlanIt im Vorfeld erhalten muss, sind Straßenmittellinien und Anschlusspunkte bzw. Gebäudeumrisse. Alle weiteren Eingabedaten sind optional. FiberPlanIt ist in der Lage, aus den Gebäudeumrissen Anschlusspunkte zu erstellen. Daher müssen letztere nicht unbedingt vorgegeben werden. Straßenmittellinien sind unerlässlich, da an diesen die Trassenplanung durchgeführt wird. Weitere Eingabedateien sind optional, verbessern allerdings das Planungsergebnis. Sollten bereits ein Hauptverteiler, Masten, Zugangsstrukturen, wie KVZ, Kabelschächte, Antennen oder bestehende Leerrohre vorhanden sein, berücksichtigt FiberPlanIt diese bei der Planung. Falls die Zugangsstrukturen in unterschiedlichen Shape-Dateien vorliegen, erstellt FiberPlanIt eine Shape-Datei, in der alle Informationen vorliegen, so dass manueller Aufwand vermieden wird. Auch bestehende Fassaden- und Kupferverbindungen lassen sich in den Arbeitsbereich integrieren. Fassadenverbindung ist hier eher schlecht übersetzt und bezeichnet Hauseinführungen. Sollte bereits ein Vorschlag zu möglichen Trassen vorliegen, lässt sich auch dieser in den Arbeitsbereich einbinden. Alle Dateien werden in den vorher festgelegten Ordner des Arbeitsbereiches gespeichert, umbenannt und in QGIS angezeigt. Sollte eine Änderung, z. B. die Anzahl der Hausanschlüsse, vorliegen, lässt sich der Arbeitsbereich

aktualisieren. Dabei wird nur die neu eingefügte Datei geändert, ein erneutes Einfügen aller Dateien ist nicht notwendig.

3.2.2. Ausgabe

FiberPlanIt generiert fast ausschließlich Shape-Dateien, die im Arbeitsbereich hinterlegt sind. Dort befinden sich alle Dateien, die vor und nach der Planung generiert wurden. Jedes Programm, welches Shape-Dateien verwendet, kann die von FiberPlanIt erzeugten Dateien integrieren und weiter verarbeiten. Optional entwickelt FiberPlanIt eine „Bill of Material“, welche im Arbeitsbereich als Excel-Tabelle abgespeichert wird. Die „Bill of Material“ enthält alle Informationen zu den Kosten und Mengen. Sie ist so aufgebaut, dass sich für jedes Gebiet einsehen lässt, wie viele Meter an verschiedenen Kabeln und Rohren verbaut werden und welche Kosten das mit sich bringt.

3.2.3. Händische Nacharbeit

Nach der Konfiguration des Arbeitsbereiches ist zu kontrollieren, ob alle Straßenabschnitte miteinander verbunden sind, falls nicht treten bei nachfolgenden Berechnungen Fehler auf. Da an jeder Straße provisorisch eine Trasse angelegt wird, sollte darauf geachtet werden, dass keine fehlerhaften Straßenmittellinien durch Gebäude o. ä. vorliegen. FiberPlanIt berechnet standardmäßig eine Straße mit acht Metern Breite, bei engeren oder breiteren Straßen sollte dieser Wert angepasst werden. Adresspunkte sollten in den Polygonen der Gebäude liegen, da FiberPlanIt diese Punkte an den Rand des Gebäudes verschieben kann, um realistischere Berechnungen zu ermöglichen.

Nachdem FiberPlanIt die provisorischen Trassen, Hausanschlüsse und Straßenquerungen angelegt hat, sollte darauf geachtet werden, dass keine Hausanschlüsse durch Häuser verlaufen. Nach Abschluss der vollständigen Berechnung des Gebiets sollte erneut kontrolliert werden, ob sinnvolle Trassenverläufe und Standorte von KVZ, Masten usw. benutzt worden sind.

3.3. IMSWARE

IMS ist ein Unternehmen, welches seit 1987 auf dem Software-Markt tätig ist. Das Unternehmen hat sich auf Software spezialisiert, die bei Management-Aufgaben zum Einsatz kommt. IMS bietet unter anderem Software für Computer gestütztes Facility Management, Kabel- und Netzwerkmanagement und FTTx-Planung an. Sie besitzen rund 70 eigene Mitarbeiter im Kompetenz-Zentrum der RIB-Gruppe. [15]

Die RIB-Gruppe ist ein Softwareanbieter, dessen Hauptsitz in Stuttgart liegt. Unter anderem bietet sie Software für Facility Management, Baumanagement und Cloud-basierte Unternehmenslösungen an. [16]

Die Software zur Planung von Glasfasernetzen trägt den Namen IMSWARE.FTTx. Die Software arbeitet in CAD- oder GIS-Systemen und verspricht eine einfache Planung von Trassen mithilfe eines Drag&Drop-Systems. Aus den Bausteinen berechnet IMSWARE die spätere Trasse und stellt dabei Informationen zu Leerrohren, KVZ, Abzweigen und sonstigen bereit. Auch eine automatische Kalkulation der Materialien und Kosten ist vorhanden. Die Software bietet einerseits die Sternverkabelung an, aber auch eine redundante Anbindung der Anschlüsse, d. h. die Versorgung wird von mehreren unterschiedlichen Einspeisepunkten vorgenommen. IMSWARE stellt mehrere Module zur Verfügung. So stehen Module wie Objektmanagement, Reportgenerator oder Office-Schnittstellen im Basissystem zur Verfügung, weitere Module wie das Liegenschaftsmanagement oder ein technisches Flächenmanagement können zusätzlich erworben werden. Drei wichtige bereits integrierte Module sind das Trassen-, das Netzwerk- und das Schacht-/Verteilermanagement. Durch diese Module soll eine Dokumentation aller aktuellen Rohrsysteme, sowie aller Schächte, Muffen und Spleißpläne gewährleistet sein. Mithilfe von wenigen Informationen will IMSWARE eine Grobplanung und Analyse des Ausbaubereiches erstellen. Anhand dieser Daten können vollautomatisierte Planungsvorschläge erstellt werden und stehen zur sofortigen Bearbeitung zur Verfügung. Die Dokumentation des Baufortschritts und der Verlauf der Kosten sollen jederzeit aktuell zur Verfügung stehen. [17]

Eine Testversion oder eine Vorführung der Software werden nicht angeboten. Daher kann keine Aussage über Import- und Export-Schnittstellen getroffen werden.

3.4. 3-GIS

Das Unternehmen beschäftigt sich mit der Lösung von Problemen, welche die Telekommunikationsindustrie und das Management von Netzwerken betrifft. Das Ziel ist es, eine Software bereitzustellen, die es ermöglicht, große komplexe Netzwerke zu entwickeln. [18]

3-GIS bietet sowohl eine Webversion als auch eine mobile Version an. Die Webversion bietet u. a. eine Modellierung der einzelnen Fasern, Ports und Mikrorohrverbände an, generiert Spleißpläne, dokumentiert Vertragsdaten und mehrere Netzwerke innerhalb eines Gebiets. [19]

3-GIS bietet verschiedene Software-Verteilungen der Webversion für Unternehmen und einzelne Personen an, die einen ähnlichen Umfang aufweisen. Der Unterschied der beiden Versionen liegt darin, dass die Einzelversion eine andere Art von Sicherheit aufweist. Der Nutzer ist in der Lage, die Regeln für den Zugriff auf die Daten und die Datenübertragung mittels der IP-Adresse

festzulegen. Zusätzlich werden drei Softwarepakete angeboten, welche in ihrem Umfang erweitert werden. Das ‚Live Professional‘ Paket bietet Zugriff auf die Wissensdatenbank und den ‚Online service desk‘, außerdem lassen sich alle Daten exportieren. Es stellt das Basis-Paket dar. In dem Paket ‚Live Enterprise‘ besteht zusätzlich die Möglichkeit, Schemata und Einstellungen zu verändern, zusätzliche Lizenzen werden bereitgestellt und Zugriff auf die Support Hotline wird gewährt. In dem umfangreichsten Paket ‚Live Enterprise+‘ wird der erste Platz in der Warteschlange des Supports garantiert und es werden weitere Lizenzen bereitgestellt. [20]

Die mobile Version dient dazu, dass alle Daten zwischen dem Büro und mobilen Endgeräten geteilt werden. Dadurch lassen sich bei einer Untersuchung vor Ort direkt Daten ändern und Anmerkungen hinterlegen, welche wiederum sofort synchronisiert werden, um einen reibungslosen Arbeitsablauf zu garantieren. [21]

„3-GIS Prospector“ generiert Glasfasernetze unter Berücksichtigung manuell veränderbarer Variablen, findet kostengünstige Wege und erzeugt eine Kostenschätzung des Gebiets. [22]

Eine Testversion oder eine Vorführung der Software werden nicht angeboten. Daher kann keine Aussage über Import- und Export-Schnittstellen getroffen werden.

4. Beispielplanung Großrückerswalde

Großrückerswalde ist eine Gemeinde im sächsischen Erzgebirgskreis. Die Gemeinde weist eine Fläche von 26.65 km² sowie etwa 3300 Einwohnern auf. [23] Im Rahmen des Bundesförderprogramms zum Breitbandausbau soll dieses Gebiet mit Glasfaser erschlossen werden. Um einen Vergleich zwischen TANNIS und FiberPlanIt zu erhalten, wurde das Gebiet mit beiden Programmen geplant. Dabei ist anzumerken, dass aus Kostengründen bei FiberPlanIt weniger Hausanschlüsse geplant wurden und dadurch ein POP-Gebiet entfällt.

4.1. TANNIS

TANNIS besteht aus vielen Unterprogrammen, das wichtigste Programm ist TANNIS Graphics. Dort wird der Hauptteil der Planung durchgeführt. Die anderen Programme kommen in speziellen Fällen wie zur Überprüfung der Daten oder zur Information zum Einsatz. Um TANNIS Graphics starten zu können, muss zuerst eine Verbindung zur Datenbank hergestellt werden. Die Datenbank trägt dabei immer den Namen ‚dbtannis‘ und der Benutzername stellt eine Abkürzung des Gebietsnamens dar. Zudem lässt sich in dem TANNIS Task Control Fenster festlegen, wo das Fenster erscheinen soll und unter ‚Aufrufparameter‘ welche Informationen geladen und angezeigt werden sollen, wie zum Beispiel Backbonekabel oder Hausanschlusskabel.

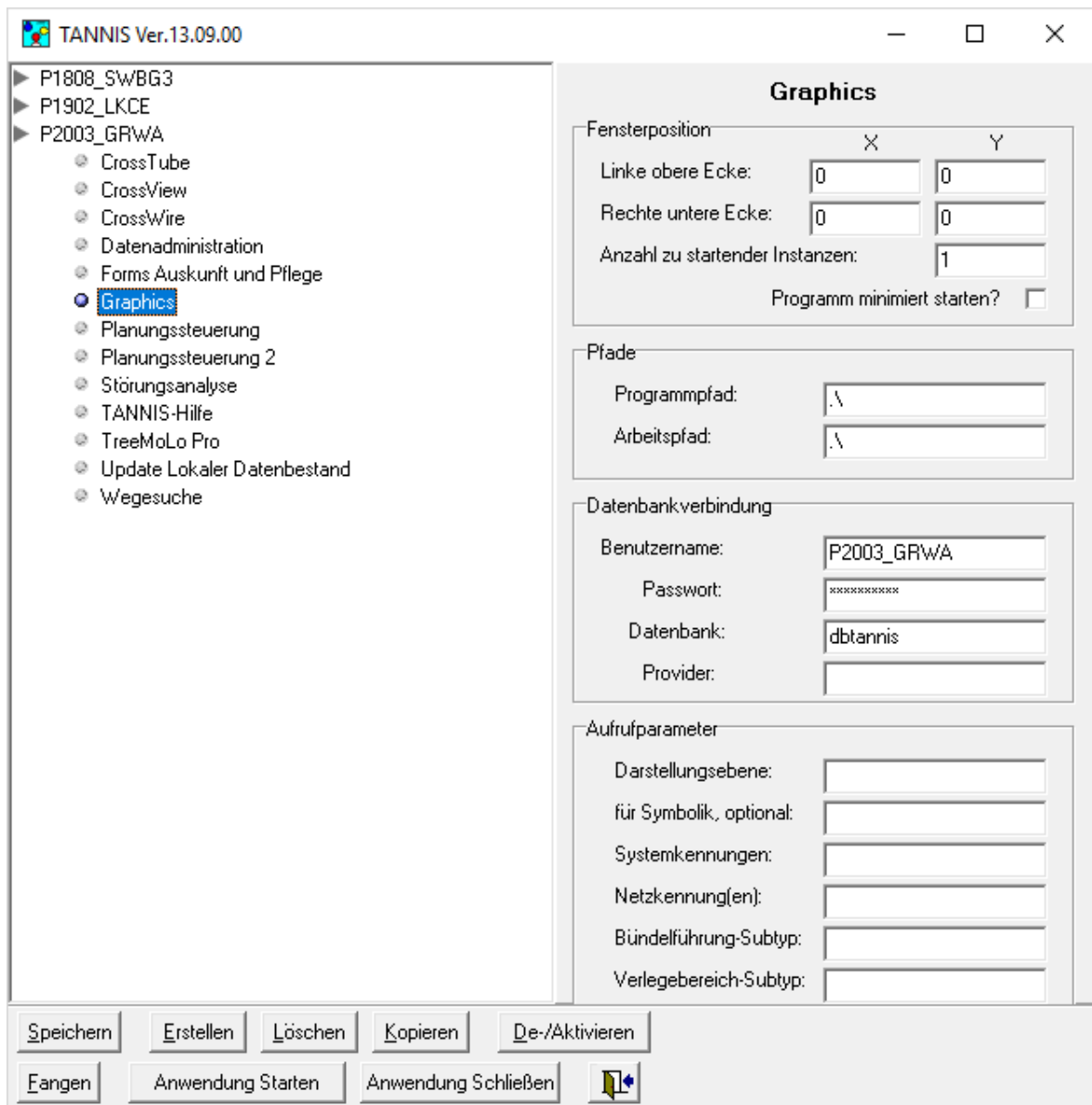


Abb. 3: TANNIS Task Control Fenster

Sobald TANNIS Graphics geöffnet ist, kann man mithilfe einer vorgefertigten Excel-Tabelle die Hausanschlüsse in das Programm laden. In die Excel-Tabelle lassen sich Informationen wie die Postleitzahl, die Straße und die Anzahl der Wohneinheiten hinterlegen. Die wichtigste Information ist die X- und Y-Koordinate. Diese legen fest, wo sich die Anschlusspunkte befinden.

Nachdem die Koordinaten eingeladen wurden, ist es notwendig, die verschiedenen Anschlussgebiete festzulegen und zu benennen. Ein Anschlussgebiet muss den Namen ‚CLUST‘ tragen, gefolgt von einer Zahl, um die Gebiete zu nummerieren. Im Anschluss daran werden die Flächen festgelegt und abgespeichert. Wenn die beiden Schritte erledigt sind, lassen sich die Fläche und die vorher festgelegten Clusternamen miteinander verknüpfen, so werden die Informationen in der Datenbank hinterlegt und gespeichert. Ein Cluster beschreibt hier das

komplette Gebiet ohne Unterteilungen. Größere Planungsgebiete sollten in mehrere Cluster unterteilt werden, dadurch bleibt es übersichtlicher und die Arbeit ist leichter aufzuteilen.

Sobald alle Cluster definiert sind, gibt die Planungssteuerung einen Ablaufplan vor.

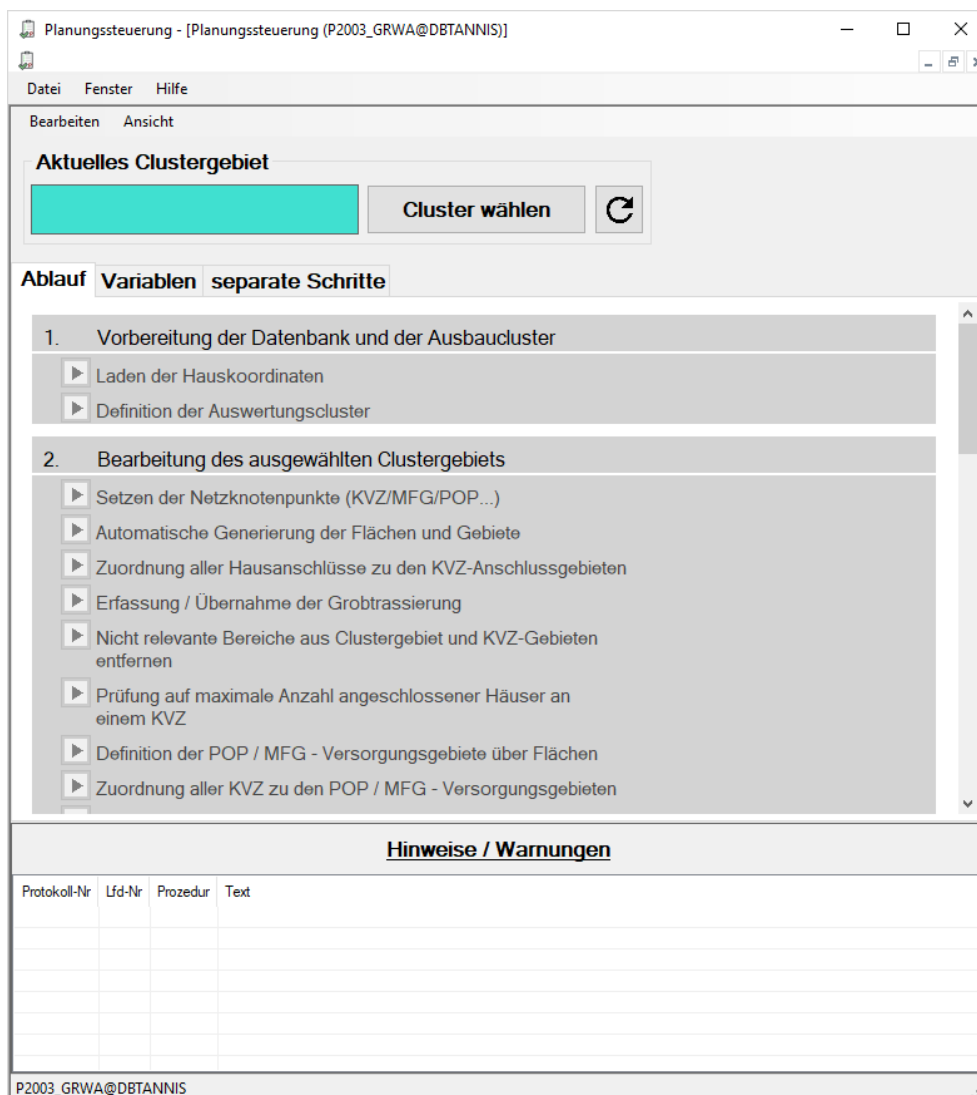


Abb. 4: TANNIS Planungssteuerung

Die Planungssteuerung stellt sicher, dass alle benötigten Schritte eingehalten werden. Sollte die Planung eines Projekts unterbrochen werden müssen, wird eine Übersicht gewährt, was noch zu erledigen ist, wenn die Planung fortgesetzt wird. Einige Schritte der Planungssteuerung laufen automatisiert ab. Das Laden der Hauskoordinaten wurde bereits abgeschlossen. Die Definition der Auswertungscluster bezeichnet eine Aktualisierung der Cluster, Informationen außerhalb dieser Cluster werden nicht gespeichert.

Die Netzknotenpunkte müssen manuell gesetzt werden. Über die Netzbearbeitung lassen sich die verschiedenen Knotenpunkte platzieren. In den jeweiligen Eigenschaften muss festgelegt werden, welche Art von Netzknotenpunkt platziert wurde und ein Name muss vergeben werden. In diesem

Beispiel wird der erste KVz ‚KVZ-01‘ genannt. Alle darauffolgenden KVz-Namen können automatisch generiert werden, dabei addiert TANNIS zu der Zahl immer ‚1‘ hinzu. Dieser Schritt ist für alle POP, KVz und MFG zu wiederholen. Zusätzlich sind Trassenknoten und Bauenden zu generieren. Trassenknoten stellen Abzweige in einer Trasse dar und müssen bei bestehenden Kabeln zwischen KVz-Gebieten gesetzt werden. Bauenden stellen das Ende eines Strangs dar. Sollte ein Strang enden, ohne dass dort ein Bauende eingefügt wurde, gibt TANNIS einen Fehler aus. Sind alle Netzknotenpunkte platziert, kann TANNIS automatisch die Fläche um diese Gebiete generieren.



Abb. 5: Großbrückerswalde nach der Generierung der Gebiete durch TANNIS

Auf Abbildung 5 sind die Gebiete zu erkennen. Die blauen Gebiete sind die POP-Bereiche, die Grünen die KVz-Gebiete, die kleinen roten Häuser stellen die POPs dar, die grünen Punkte bilden die Hausanschlüsse und KVz ab, die kleinen weißen Vierecke mit dem roten Kreis sind Trassenknoten und die Halbkreise zeigen Bauenden. Sollten die Gebiete nicht den Vorstellungen entsprechen, lassen sich diese in TANNIS per ‚Drag & Drop‘ überarbeiten. Die KVz-Gebiete dürfen sich nicht überlappen. Im Anschluss werden die Trassen gezogen. Über die Option ‚Bündelführung generieren‘ lassen sich die verschiedenen Netzknoten verbinden. Dazu werden ein Start- und ein Endpunkt gewählt, woraufhin im Anschluss die Eigenschaften dieser Bündelführung angepasst werden.

Die Zuordnung der Hausanschlüsse zu den KVz-Gebieten geschieht automatisch. Die Grobtrassierung ist der erste Entwurf, der verschiedenen Ämtern vorgelegt wird. Dort ist nur der ungefähre Weg der Trasse gezeichnet. Es sind noch keine Eigenschaften der Kabel festgelegt. Das Entfernen nicht relevanter Bereiche, die Prüfung der maximal anzuschließenden Hausanschlüsse, die Definition der POP und die Zuordnung der KVZ geschieht automatisch.

Der dritte Abschnitt der Planungssteuerung gibt einen Leitfaden zur Generierung der Netze. Die Ausrichtung der Hausanschluss-Bündel und die Ermittlung der Kennzahlen werden von TANNIS automatisch durchgeführt. Die Anpassung der Einzelführungen von Bestandsrohren muss manuell durchgeführt werden. Daraufhin folgt die automatische Generierung der Einzelführungen, der Anschluss der Häuser an den Rohrverband und der Backbone-Kabel. Nach der Generierung ist für alle Kabel eine Wegesuche durchzuführen. Bis dahin besitzen die Kabel einen Start- und einen Endpunkt, aber noch keine genaue Route zum Weg. Bei der Wegesuche prüft TANNIS die vorhandenen Mikroröhrchen und weist den Rohrverbänden die Kabel zu. Sollte ein Rohrverband voll sein, gibt TANNIS eine Fehlermeldung aus und ein weiteres Kabel muss manuell geplant werden. Nachdem alle Röhrchen belegt sind, löscht TANNIS alle nicht belegten Röhrchen, da diese nicht benötigt werden.

Sobald alle Kabelgenerierungen und Wegesuchen abgeschlossen sind, kann TANNIS die Ermittlung der Mengen und Massen durchführen. Dazu wird wieder eine vorgefertigte Excel-Tabelle benutzt, welche eine Verbindung zu der Datenbank herstellt und die notwendigen Informationen ausliest.

Der letzte Schritt ist die Generierung der Festverknüpfungen. Festverknüpfungen sind KVz, Schächte und Trassenknoten. Dabei ist darauf zu achten, dass die Zuteilung der Farben der Fasern in den Trassenknoten richtig verläuft. Durch den chaotisch geschriebenen Algorithmus wird die Zuordnung durcheinander gebracht und muss manuell bereinigt werden.

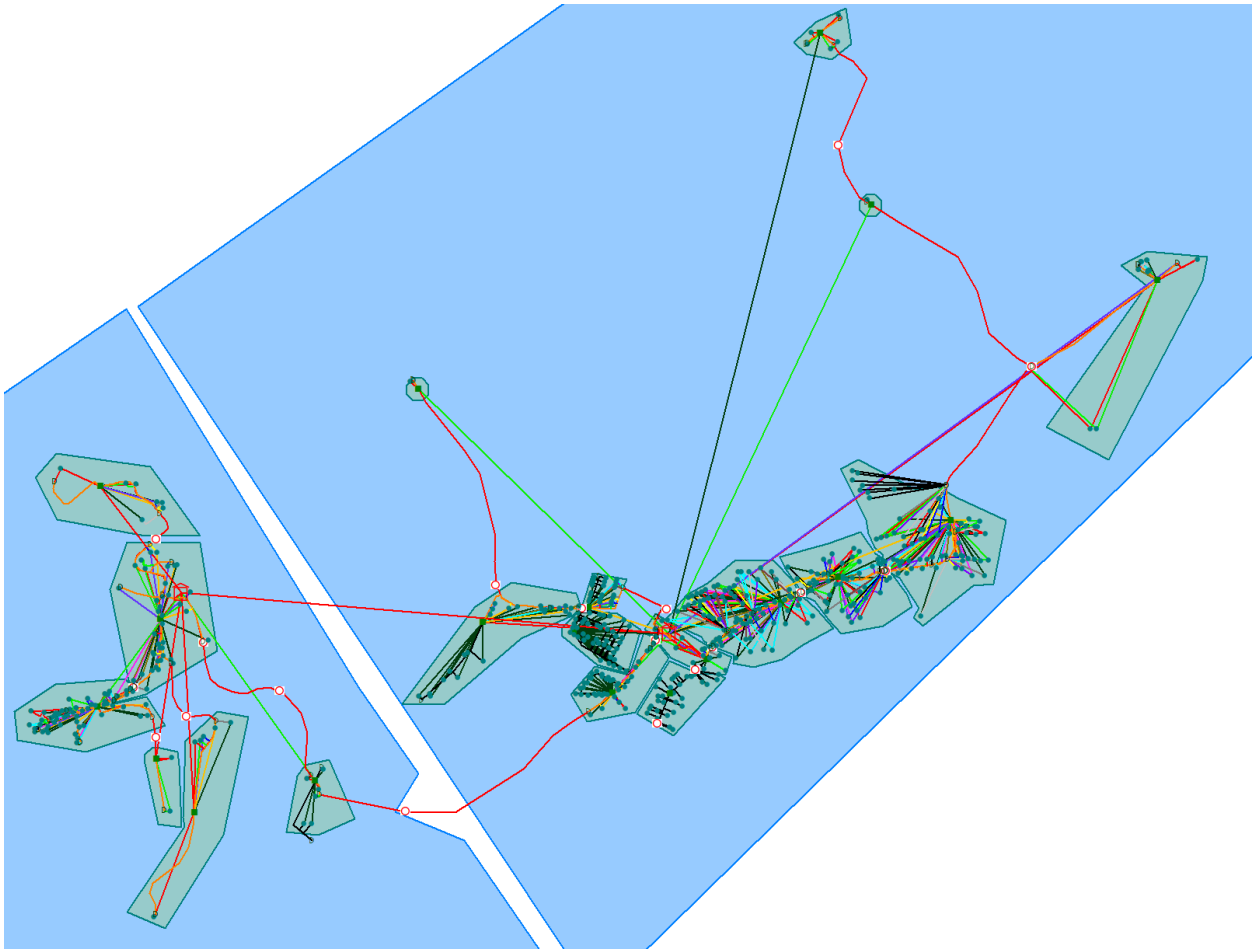


Abb. 6: fertige Planung des Gebiets Großrückerswalde

Auf Abbildung 6 erkennt man die fertige Planung des Gebiets. Die Verbindungen sind zum Großteil in Luftlinie gezeichnet, verlaufen aber entlang der roten Linie. Zu erkennen ist, dass den Hausanschlüssen bereits farbige Fasern zugeordnet wurden und somit eindeutig ist, welcher Hausanschluss an welcher Faser angeschlossen wird. Auch die Spleißpläne der KVz können zu diesem Zeitpunkt ausgelesen werden.

4.2. FiberPlanIt

Der erste Schritt besteht darin, einen Arbeitsbereich einzurichten. Dabei wählt man einen Ordner aus, in dem FiberPlanIt seine Dateien speichert. Im Anschluss daran öffnet sich ein Fenster, in dem bereits vorliegende Informationen eingeladen werden können. Die Informationen müssen als Shape-Datei vorliegen. In diesem Projekt waren bereits die Adresspunkte und der Hauptverteiler vorgegeben. Die Informationen zu den Gebäuden und den Straßenmittellinien gibt es auf offiziellen Seiten der jeweiligen Bundesländer. Es ist auch möglich, die Informationen von OpenStreetMap mithilfe der Internetseite extract.bbbike.org zu extrahieren und als Shape-Dateien herunterzuladen.

FiberPlanIt bindet die Shape-Dateien automatisch in QGIS ein und erstellt Attributtabelle, in denen sich weitere für die Planung wichtige Informationen eintragen lassen, die dann von FiberPlanIt bei der Planung berücksichtigt werden. Zum Beispiel kann für die verschiedenen Straßenseiten festgelegt werden, ob dort ein befestigter oder unbefestigter Fußweg vorhanden ist und wie teuer die Baumaßnahmen der jeweiligen Seiten sind. Dies wird später in der Planung berücksichtigt. Zu kontrollieren ist, ob in der Attributtabelle für die Adresspunkte die Spalten ‚PON_HOMES‘ und ‚P2P_HOMES‘ angelegt sind. Diese geben die Verbindungsart und die Anzahl der Wohneinheiten an, die mit dieser Methode angeschlossen werden. Soll eine Straße nicht in Betracht gezogen werden oder die Position des POPs oder eines Hausanschlusses verändert werden, dann lässt sich das ganz einfach mit den Werkzeugen von QGIS durchführen. Dazu löscht man einfach Straßenzüge, verschiebt die Hausanschlüsse oder ändert den Wert in der Attributtabelle in der Spalte ‚INCLUDE‘ von ‚T‘ auf ‚F‘.

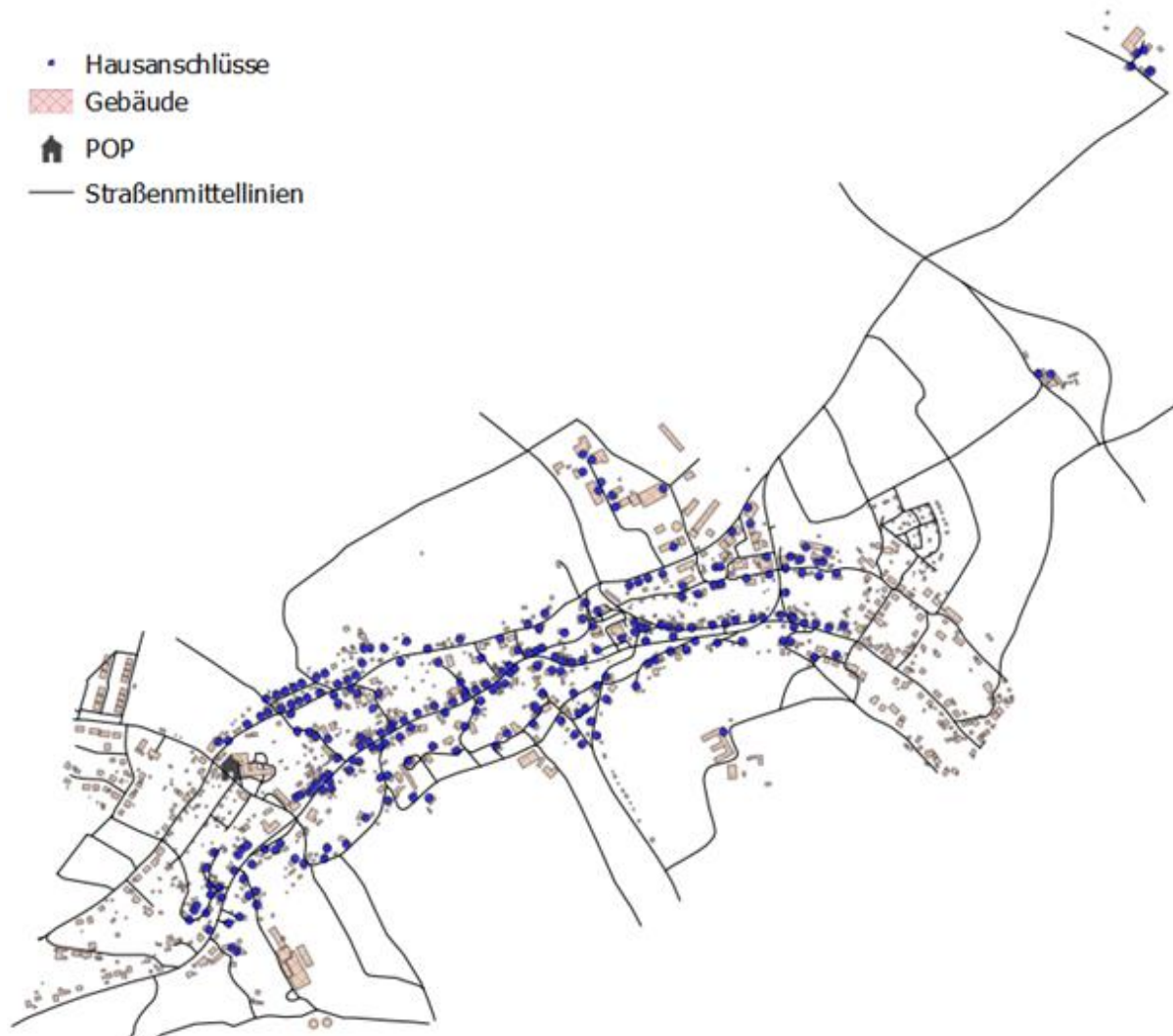


Abb. 7: Großrückerswalde vor der Planung

Mithilfe der FiberPlanIt-Toolbar² lassen sich weitere Vorbereitungen zur Planung durchführen. Jetzt besteht die Möglichkeit, alle Adresspunkte, solange sie innerhalb eines Hauspolygons liegen, an den Rand dieses Polygons in Richtung der Straße verschieben zu lassen. So werden bei jedem Hausanschluss ein paar Meter an Hausanschlusskabel gespart und die Berechnung wird realitätsnäher. Sollten die Punkte nicht in einem der Häuserpolygone liegen, werden sie ignoriert. FiberPlanIt ist auch in der Lage, selbst Hausanschlusspunkte zu generieren, dafür setzt es in jedes Polygon einen Anschlusspunkt. Die Planung mit bereits bestehenden Hausanschlusspunkten ist allerdings einfacher und daher zu bevorzugen.

Im nächsten Schritt legt FiberPlanIt alle theoretisch möglichen Trassen an. Dafür legt die Software neben jeder Straße eine Trasse an. Dabei geht das Programm von einer Straßenbreite von acht Metern aus, sollte eine Straße breiter oder enger sein, kann man das in der Attributtabelle hinterlegen, die Trassen werden dann entsprechend kleiner. Wenn diese Trassenbreite von einem Gebäude blockiert wird, dann verengt FiberPlanIt die Trassenbreite automatisch.

Von jedem Anschlusspunkt aus zieht FiberPlanIt im nächsten Schritt eine mögliche Hausanschlusstrasse. Dabei kann gewählt werden, ob jedes Haus einen Anschlusspunkt bekommt oder ob sich zwei Häuser immer einen Anschlusspunkt teilen. Dabei geht FiberPlanIt logisch vor und legt gemeinsame Anschlusstrassen nur an, wenn es möglich ist, d. h. ein einzelner Hausanschluss bekommt eine separate Trasse zugewiesen. Sollte die Entscheidung getroffen werden, sich für mehrere Hausanschlüsse pro Trasse zu entscheiden, kommt es vor, dass Trassen durch Häuser gezogen werden. Das muss dann manuell korrigiert werden.

Bestehende Leerrohre, vorhandene Schächte, Muffen oder KVZ lassen sich ebenfalls per Knopfdruck integrieren. FiberPlanIt erschafft eine Verbindung zwischen den vorhandenen Punkten und den provisorisch angelegten Trassen. Da sich im betrachteten Gebiet keine vorhandene Infrastruktur befindet, kann dieser Schritt ausgelassen werden.

Eine weitere wichtige Voreinstellung ist das Anlegen von möglichen Straßenquerungen. Ähnlich wie bei den Trassen wird an jeder Kreuzung und an jedem Hausanschluss eine Straßenquerung eingefügt, unabhängig davon, ob sie sinnvoll erscheint oder nicht. Sollte bereits bekannt sein, dass sich einige Straßenquerungen nicht nutzen lassen, ist es möglich, diese mit den QGIS-Werkzeugen zu entfernen oder in der Attributtabelle in der Spalte ‚INCLUDE‘ ein ‚F‘ einzutragen. Mithilfe der QGIS-Werkzeuge lassen sich auch neue Straßenquerungen einfügen.

² Siehe Anhang 2

Die letzte Vorbereitung, die gemacht werden kann, ist das Anlegen von Masten und oberirdischen Leitungen. FiberPlanIt generiert in regelmäßigen Abständen an der Straße mögliche Masten und dazugehörige Leitungen und Hausanschlüsse. In diesem Projekt wird ausschließlich unterirdisch geplant, weswegen dieser Schritt ausgelassen werden kann.



Abb. 8: Ausschnitt von Großrückerswalde nach Vorbereitungen durch FiberPlanIt

Wie an Abbildung 8 erkennbar ist, ist die Planung von FiberPlanIt nicht einwandfrei und es ist manuelle Nachbearbeitung nötig. So liegen einige Hausanschlusspunkte nicht in einem Gebäude, einige Hausanschlusstassen verlaufen durch Gebäude und die automatische Straßenverengung entspricht nicht der Realität. Sind alle diese Fehler behoben, kann FiberPlanIt das Gebiet weiter verarbeiten.

Bei diesem Schritt liest FiberPlanIt alle GIS-Dateien aus und mappt diese, sodass bei anstehenden Berechnungen auf die Daten von allen vorher angegebenen Quellen zugegriffen werden kann. Dieser Prozess dauert in diesem Projekt rund 20 Sekunden. Bei einem anderen Projekt in einer größeren Stadt mit etwa 12.000 Hausanschlüssen nahm dieser Schritt eine halbe Stunde in Anspruch. Sollten keine weiteren Informationen hinzukommen, wird dieser Schritt nur einmal ausgeführt. FiberPlanIt erstellt eine separate Datei, auf die es immer wieder bei einer Berechnung des Gebietes zurückgreift und speichert diese im Workspace unter mapping.xml. Dadurch wird alles in dem Arbeitsbereich von FiberPlanIt gespeichert und muss nicht mehr aus mehreren

Quellen zusammengesucht werden. Zusätzlich fasst FiberPlanIt verschiedene Trassen mit gleichen Eigenschaften innerhalb von kurzen Distanzen zusammen, was die Datenmenge verringert und lange Trassen oder bereits existierende lange Leerrohre werden in kleinere Abschnitte unterteilt. So lassen sich später einfacher Schächte einfügen und maximale Einblaslängen können besser berücksichtigt werden. Durch diese Änderungen wird das Gebiet für FiberPlanIt besser planbar, außerdem wird die Menge der Daten durch das Zusammenfassen verringert, was die Berechnungsgeschwindigkeit erhöht.

Der letzte Schritt vor der Berechnung des Gebiets besteht darin, Regeln und Materialien festzulegen. Dort wird unter anderem definiert, wie viele Fasern jede Wohneinheit und jedes Gebäude erhält, welches Glasfasernetz (FTTH oder FTTB) gebaut und welche Topologie (P2P oder PON) verwendet wird und welche Planungsstrategien genutzt werden sollen. Hier wird ebenfalls festgelegt, wie viel bspw. ein Hausanschluss oder ein Meter Tiefbau kostet. Die Kosten sollten so genau wie möglich eingetragen werden, da FiberPlanIt bei der Berechnung immer abwägt, welcher Weg der günstigste ist, um eine kostenoptimierte Lösung zu finden.

Regeln & Material

Rules

- Allgemein
- Nachfrage-Ebene
- Hausanschlussebene
- Verteilebene
- Hauptkabelebene

Gebiete

Großrückerswalde

Anschluss

Fasern pro Wohneinheit

Anschlussart	PON		P2P	
	Aktiv	Reserve	Aktiv	Reserve
	0	0	2	2

+

Fasern pro Gebäude

Anschlussart	PON		P2P	
	Aktiv	Reserve	Aktiv	Reserve
	0	0	0	2

+

Fasern pro Netzknotenpunkt

Art der Ausrüstung	PON		P2P		Isolationsebene	
	Aktiv	Reserve	Aktiv	Reserve		
Antenne	0	0	0	0	Distribution	+
Schrank	0	0	0	0	Distribution	+

➡ Ausrüstungsarten mit Faserbedarf importieren

Reservefasern bis: Verteilerstandort

Kosten für Anschlusspunkt

Art der Infrastruktur	Kosten	
	Material	Arbeit
PON CPE (€/PON-Haushalte)	€ 70	€ 40
P2P CPE (€/P2P-Haushalte)	€ 100	€ 50
FTTdp CPE (€/Haushalte)	€ 60	€ 50
FTTB Geräte im Gebäude (€/Gebäude)	€ 100	€ 100
Horizontalbohrung (€/Auslastung)	€ 0	€ 1
Vertikalbohrung (€/Auslastung)	€ 0	€ 1

Art der Aktivierung	Anschlussart	Untergrenze	Obergrenze	Kosten		
				Material	Arbeit	
Haushalt		1	3	€ 30	€ 100	+ ✖
Haushalt		3	∞	€ 10	€ 50	+ ✖
Gebäude		1	3	€ 80	€ 50	+ ✖
Gebäude		3	∞	€ 0	€ 100	+ ✖

Art der Aktivierung: Haushalt | Anschlussart:

In-Building Kostenmodell

In-Building Kostenmodell aktivieren

Abb. 9: Ausschnitt der Oberfläche zur Definition von Regeln und dem Material

FiberPlanIt beginnt die Planung des Gebiets bei den Hausanschlüssen. Dazu werden zuerst Drop-Cluster (Hausanschlussgebiete) gebildet und Hausanschlusskabel sowie entsprechende Rohre verlegt. Alle Hausanschlüsse in einem Cluster erhalten, vom selben Knotenpunkt ausgehend, die vorher festgelegte Anzahl an Fasern. Die maximale Anzahl an Hausanschlüssen in einem Cluster wurde vorher in den Regeln definiert. Der Knotenpunkt der Hausanschlusskabel wird zu diesem Zeitpunkt durch einen Kabelschacht markiert. Sobald die Berechnung der Hausanschlüsse abgeschlossen wurde, generiert FiberPlanIt die Verteilebene. Die Erzeugung von Distribution-Cluster (KVz-Versorgungsgebiete) gibt an, welche Hausanschlüsse durch welchen KVz versorgt werden. In den meisten Fällen, wie in Großrückerswalde, stimmen diese Cluster mit den vorher berechneten Hausanschlussgebieten überein. Dabei ersetzen die KVz die vorher provisorisch angelegten Knotenpunkte. Bei kleinen Hausanschlussgebieten kann es vorkommen, dass mehrere dieser Gebiete durch einen KVz versorgt werden. In Großrückerswalde wurde die maximale Länge

für Hausanschlusskabel auf 500 Meter festgelegt. Einige Hausanschlüsse sind weiter als die festgelegte Länge vom KVz entfernt. Für diesen Fall verlegt FiberPlanIt Verteilerkabel von den KVz in die Mitte der jeweiligen Hausanschlussgebiete, vermerkt dort einen Ablagepunkt und berechnet eine Muffe. Sollten die Verteilerkabel die maximale Einblaslänge überschreiten, generiert FiberPlanIt in sinnvollen Abständen Kabelschächte, um ein problemfreies Einblasen zu ermöglichen. Die letzte Berechnung entwickelt dann die kostenoptimierte Führung des Hauptkabels. FiberPlanIt verbindet den POP mit den vorher angelegten KVz und nutzt dabei fast ausschließlich bereits genutzte Trassen, um weitere Kosten durch Tiefbau zu vermeiden. FiberPlanIt plant zusätzlich zu jedem Kabel ein Rohr. Sollte bereits ein Rohr vorhanden und groß genug sein, werden mehrere Kabel in einem Rohr geplant. Die Berechnung benötigt 15-20 Sekunden. In einem anderen Beispiel mit etwa 36.000 Hausanschlüssen dauerte die Berechnung etwas mehr als zehn Minuten.

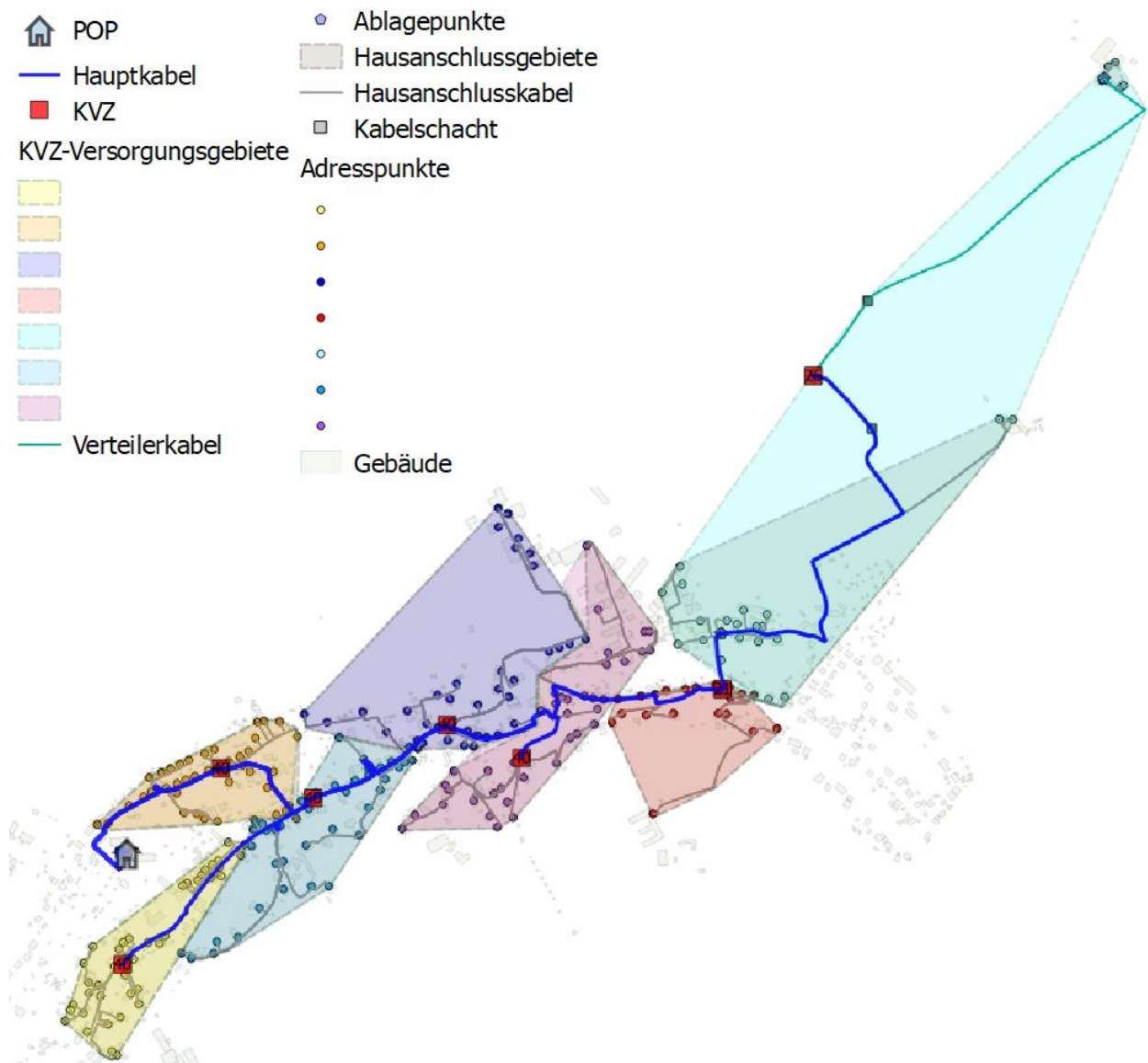


Abb. 10: Erster Entwurf der Planung des Gebiets Großrückerwalde

Auf Abbildung 10 sind nicht alle Kabel und Rohre zu erkennen, da sich die unterschiedlichen Kabel überlappen und nur sichtbar werden, wenn man die darüber liegende Schicht ausblendet.

Um Veränderungen an der derzeitigen Planung vorzunehmen, verändert man mithilfe der QGIS-Werkzeuge die unterschiedlichen Cluster oder die Position der KVz. Im Anschluss ist es notwendig, die Cluster und die zugehörigen Punkte zu sperren und neu zu berechnen. FiberPlanIt lädt zunächst gesperrte Objekte und berechnet den Rest im Anschluss. So wird sichergestellt, dass die bearbeiteten Cluster den gewünschten Zustand beibehalten und nicht weiter verändert werden. Auf diese Weise lassen sich Änderungen schnell übernehmen und an die Anforderungen verschiedener Kunden anpassen.

FiberPlanIt gibt auf Wunsch eine komplette Berechnung aller Kosten und Materialien, die sogenannte „Bill of Material“, für das gewünschte Gebiet aus.

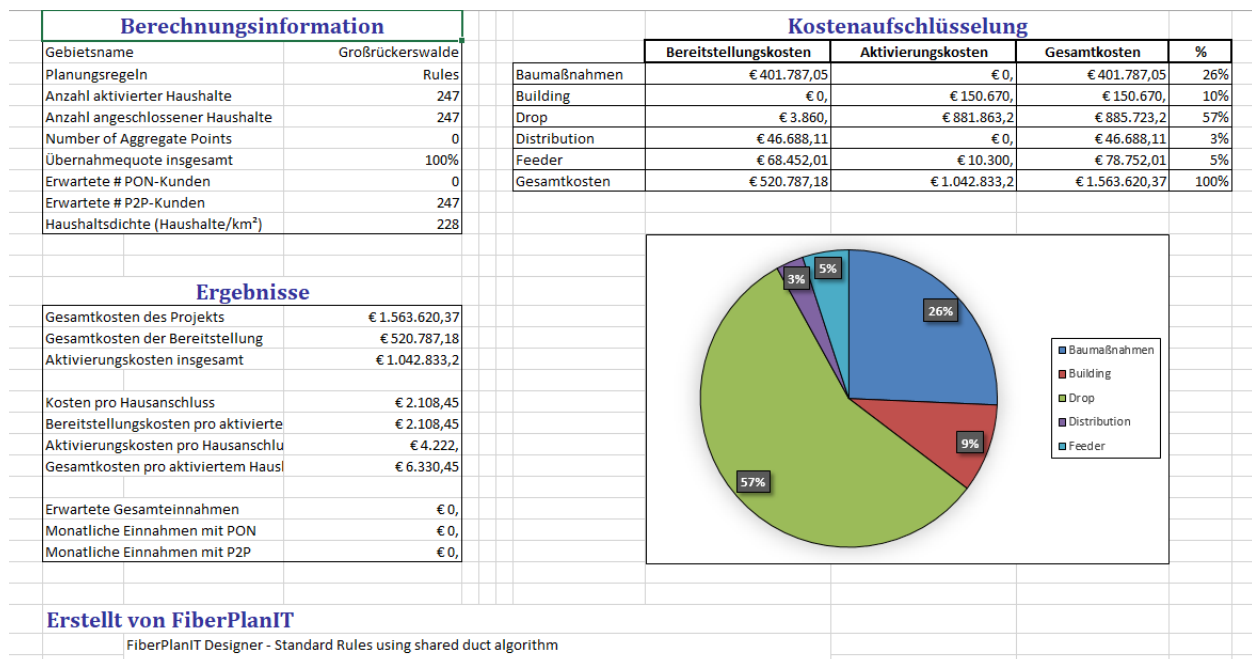


Abb. 11: Teil der „Bill of Material“

Eine Ausführungsplanung sowie die Erzeugung von Spleißplänen oder eine genaue Zuteilung einzelner Fasern zu Adresspunkten sind nicht möglich.

5. Fazit

Anhand dieser Beispielplanung für das Gebiet Großrückerswalde ist zu erkennen, dass FiberPlanIt deutlich automatisierter vorgeht und weniger Teilschritte benötigt, um zu einer vollständigen Entwurfsplanung zu gelangen. Außerdem wird in FiberPlanIt der direkte Weg der Trassen angezeigt, während in TANNIS die Verbindungen nur durch Luftlinien gekennzeichnet sind. Änderungen lassen sich in FiberPlanIt deutlich einfacher durchführen als in TANNIS. Die Tabelle über die Mengen und Massen lässt sich in FiberPlanIt mit einem Knopfdruck aufrufen, ohne weitere Einstellungen vornehmen zu müssen. Hausanschlüsse, Straßen und vorhandene Infrastruktur lassen sich einfach über den Arbeitsbereich integrieren und erweitern. In TANNIS muss auf einen komplizierteren Weg, über Excel-Tabellen zurückgegriffen werden. Die Weiterverarbeitung der Daten ist einfach und unkompliziert, da diese alle als Shape-Dateien vorhanden sind.

Ein großes Problem bei FiberPlanIt ist, dass es nur die Entwurfsplanung ausgibt. TANNIS setzt auf die Entwurfsplanung auf und es kann eine Ausführungsplanung erstellt werden. TANNIS gibt Spleißlisten aus, weist den Hausanschlüssen die farblich korrekten Fasern zu und bietet eine gute anschließende Dokumentation an.

Tabelle 2: Vergleich Planungsgebiet Großrückerswalde zwischen TANNIS und FiberPlanIt

	TANNIS	FiberPlanIt
Entwurfsplanung	Möglich	Möglich
Genehmigungsplanung	Möglich	Möglich
Ausführungsplanung	Möglich	Nicht möglich
Import-Möglichkeiten	Hausanschlüsse über Excel-Tabellen, Sondergeometrien per DXF-zu-TGR-Tool (ohne Attribute), erweiterbar durch erneutes einlesen aller Dateien	Hausanschlüsse, Straßenmittellinien, vorhandene Infrastruktur, usw. über Arbeitsbereich, einfach erweiterbar
Export-Möglichkeiten	DXF-Dateien, druckbare Planauszüge, verschiedene Excel-Tabellen für Spleißpläne, Mengen und Massen, ...	Shape-Dateien, druckbare Planauszüge, Excel-Tabelle für Mengen und Massen
Mengen und Massen	Durch zusätzliches Skript einer externen Excel-Tabelle (SQL-basierend)	Automatische Generierung einer Excel-Tabelle
Anteil der automatisierten Planung	Moderat	Sehr hoch
Aufwand der manuellen Nachbearbeitung	Sehr hoch	Niedrig
Ausführendes Programm	TANNIS Graphics	QGIS
Einfluss vom Anwender auf den Planungsalgorithmus	niedrig	hoch

In Tabelle 2 werden die beiden Planungsprogramme miteinander verglichen. Zu erkennen ist, dass FiberPlanIt keine Ausführungsplanung durchführen kann. Dafür hat FiberPlanIt in anderen Punkten Vorteile. So ist die Integration von vorhandenen Daten einfacher und schnell erweiterbar, in TANNIS muss aufwendig eine neue Excel-Tabelle mit allen Informationen erstellt werden. Shape-Dateien können in vielen Formaten abgespeichert werden, darunter auch DXF-Dateien. Dadurch weist FiberPlanIt eine bessere Flexibilität auf, was den Export von Daten betrifft. Die Excel-Tabelle der Mengen und Massen lässt sich mit FiberPlanIt schneller generieren, außerdem wird kein Zugriff auf eine Datenbank benötigt. In FiberPlanIt wird fast alles automatisch generiert.

In TANNIS müssen vor allen die ersten Schritte manuell durchgeführt werden. Auch die Nachbearbeitung gestaltet sich in FiberPlanIt einfacher. In FiberPlanIt kann das gesamte Gebiet mit den QGIS-Werkzeugen bearbeitet werden, indem die Verbindungen oder Cluster verschoben, verkleinert oder gelöscht werden. In TANNIS muss der zu überarbeitende Punkt gelöscht und neu definiert werden, was bei großen Gebieten zu mehr Arbeit führt. Dadurch, dass FiberPlanIt mit QGIS arbeitet, lassen sich einfacher Änderungen am Programm vornehmen, da QGIS ein Open-Source-Programm ist. Zum Beispiel Skripte lassen sich einfach integrieren und mit genug Ahnung von der Programmiersprache Python auch selber schreiben. Um ein Skript für TANNIS Graphics zu erhalten, muss der flabb-Support kontaktiert werden, welcher dann das Skript schreibt. Im letzten Punkt der Tabelle wird beschrieben, wie groß der Einfluss des Anwenders auf den Planungsalgorithmus ist. Durch das Festlegen von Regeln kann viel Einfluss auf die automatische Planung von FiberPlanIt genommen werden. Der Algorithmus von TANNIS ist sehr starr und kann dadurch nur sehr wenig beeinflusst werden.

Abschließend kann die Aussage getroffen werden, dass die Entwurfsplanung, soweit es möglich ist, mit FiberPlanIt durchgeführt werden sollte, da es deutlich zeiteffizienter ist. Die anschließende Ausführungsplanung muss mit TANNIS geplant werden, da FiberPlanIt dazu schlichtweg nicht in der Lage ist. Außerdem verfügt TANNIS über einige Stärken in der anschließenden Dokumentation gegenüber FiberPlanIt.

Literaturverzeichnis

- [1] Rückgang des Briefverkehrs
URL: <https://www.iwd.de/artikel/mehr-digitalisierung-weniger-briefe-437793/>
Zuletzt abgerufen: 09.07.20

- [2] Anteil von Glasfaser an den Breitbandanschlüssen
URL: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/415799/umfrage/anteil-von-glasfaseranschlussen-an-allen-breitbandanschlussen-in-oecd-staaten/#professional>
Zuletzt abgerufen: 09.07.20

- [3] Bundesförderprogramm zum Breitbandausbau
URL: <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Dossier/Breitbandausbau/topthema01-bundesfoerderprogramm-zum-breitbandausbau.html>
Zuletzt abgerufen: 09.07.20

- [4] Entwurfsplanung nach HOAI
URL: <https://de.wikipedia.org/wiki/Entwurfsplanung>
Zuletzt abgerufen: 10.07.20

- [5] Genehmigungsplanung nach HOAI
URL: <https://de.wikipedia.org/wiki/Genehmigungsplanung>
Zuletzt abgerufen: 10.07.20

- [6] Ausführungsplanung nach HOAI
URL: <https://de.wikipedia.org/wiki/Ausführungsplanung>
Zuletzt abgerufen: 10.07.20

- [7] einheitliches Materialkonzept des Bundes Version 4.1, atene KOM (2019)
URL: https://atenekom.eu/wp-content/uploads/2019/04/190402_Materialkonzept_4.1.pdf
zuletzt abgerufen: 14.07.20

- [8] Planungsrichtlinie eine Telekommunikationsunternehmens, interne Datei (2019)
zuletzt abgerufen: 14.07.20

- [9] Homepage von flabb-planung zur Firmengeschichte
URL: www.tannis.de/wir
Zuletzt abgerufen: 03.07.20

- [10] Homepage von Comsof Fiber zur Firmengeschichte
URL: <https://comsof.com/about-us/>
Zuletzt abgerufen: 02.07.20
- [11] Aufbau der Software FiberPlanIt, Comsof Fiber (2020)
URL: <https://www.manula.com/manuals/comsof/fiberplanit-designer/1.12/en/topic/what-s-the-architecture-of-the-software>
Zuletzt abgerufen: 02.07.20
- [12] Systemvoraussetzungen von FiberPlanIt, Comsof Fiber (2020)
URL: <https://www.manula.com/manuals/comsof/fiberplanit-designer/1.12/en/topic/what-are-the-system-requirements>
zuletzt abgerufen: 02.07.20
- [13] Verfügbarkeit von FiberPlanIt auf Linux und Mac, Comsof Fiber (2020)
URL: <https://www.manula.com/manuals/comsof/fiberplanit-designer/1.12/en/topic/can-i-run-fpi-from-a-mac>
zuletzt abgerufen: 02.07.20
- [14] Shape-Dateien
URL: <https://de.wikipedia.org/wiki/Shapefile>
letzter Abruf: 06.07.20
- [15] Homepage von IMSWARE zur allgemeinen Information über das Unternehmen
URL: <https://www.imsware.de/unternehmen/ueber-ims/>
Zuletzt abgerufen: 24.06.20
- [16] allgemeine Informationen zu dem Unternehmen RIB-Software
URL: https://de.wikipedia.org/wiki/RIB_Software
Zuletzt abgerufen: 24.06.20
- [17] Broschüre über das FTTx-Planungstool der Firma IMSWARE, IMSWARE (2020)
URL: https://cdn.imsware.de/download/843/broschueren/64820/imsware_fttx.pdf
zuletzt abgerufen: 24.06.20
- [18] Homepage von 3-GIS zur allgemeinen Information über das Unternehmen
URL: <https://www.3-gis.com/about-us>
Zuletzt abgerufen: 30.06.20

- [19] Vorstellung der Software 3-GIS Web
URL: <https://www.3-gis.com/software/3-gis-web>
Zuletzt abgerufen: 01.07.20
- [20] Softwareangebote der Firma 3-GIS
URL: <https://cdn2.hubspot.net/hubfs/499849/200323%20Website%20Version%203-GIS%20Deployments.pdf>
zuletzt abgerufen: 01.07.20
- [21] Vorstellung der Software 3-GIS Mobile
URL: <https://www.3-gis.com/software/3-gis-mobile>
Zuletzt abgerufen: 01.07.20
- [22] Vorstellung der Software 3-GIS Prospector
URL: <https://www.3-gis.com/software/3-gis-prospector>
Zuletzt abgerufen: 01.07.20
- [23] allgemeine Informationen zu Großrückerswalde
URL: <https://de.wikipedia.org/wiki/Gro%C3%9Fr%C3%BCckerswalde>
zuletzt abgerufen: 14.07.20

Anhangsverzeichnis

Anhang 1 – Kabelabkürzungen XII

Anhang 2 – FiberPlanIt Toolbar XII

Anhang

Anhang 1: Kabelabkürzungen

A-DQ(ZN)b2Y 4x12 E9/125

A – Außenkabel

D – Bündelader, gefüllt

Q – Kabellese trocken gefüllt - längswasserdicht

(ZN) – nichtmetallene Zugentlastungselemente

b – nichtmetallener Nagetierschutz

2Y – Außenmantel aus Polyethylen

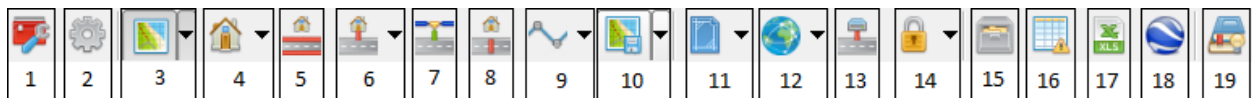
4x12 – 4 Bündel mit je 12 Fasern

E – Einmodenfaser

9 – Felddurchmesser in μm

125 – Manteldurchmesser in μm

Anhang 2: FiberPlanIt Toolbar



1 – Einrichten des Arbeitsbereiches

2 – Regeln & Material Einstellungen

3 – Gebietsansicht anzeigen

4 – Anlegen/Verschieben von Hausanschlusspunkten

5 – Anlegen von Trassen

6 – Anlegen von Hausanschlusstrassen

7 – Anlegen von Verbindungen zwischen vorhandenen Strukturen

8 – Erzeugen von Straßenquerungen

9 – Anlegen von Masten und oberirdischen Leitungen

10 – Gebiet verarbeiten

11 – Planungsansicht anzeigen

12 – Teil-/Berechnung des Netzwerkes

13 – Berechnung für gesperrte Gebiete

14 – Objekte ent-/sperrern

15 – Zustandsmanager öffnen

16 – Warnungen anzeigen

17 – Bill of Material

18 – Gebiet in Google Earth anzeigen

19 – FiberPlanIt Handbuch