

# MuLaNEO: Planung und Optimierung von Mehrdienstnetzen

Michael Duelli, Julian Ott, Xiaohua Qin und Eduard Weber  
 Universität Würzburg, Institut für Informatik, Lehrstuhl für Kommunikationsnetze

**Zusammenfassung**—Telekommunikationsanbieter benötigen Netze, die mehrere Dienste/Technologien unterstützen und im Rahmen gegebener Anforderungsprofile ausfallsicher und zugleich kostengünstig sind. Die Planung solcher Netze kann auf ein kombinatorisches Optimierungsproblem mit exponentieller Komplexität zurückgeführt werden. In diesem Beitrag stellen wir eine offene und modulare Software für die vereinfachte Entwicklung und den Vergleich solcher Planungsverfahren vor.

## I. EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

Um Dienste/Technologien, z.B. IP und Ethernet oder IP und SDH/SONET, in einem Netz anbieten zu können, müssen Komponenten mehrerer Technologien an Standorten aufgestellt und vernetzt werden. Statt einer getrennten Nutzung der Ressourcen kann eine Technologie als Transportschicht für eine andere fungieren und durch Multiplex-Mechanismen die Ressourcen vervielfachen. Neben den Kosten für die Komponenten limitieren somit nur die physikalischen Ressourcen die möglichen Verschaltungen. Wie in Abb. 1 dargestellt, bildet jede Technologie Verbindungen in einer logischen Schicht eines solchen Mehrdienstnetzes (engl. „multi-layer network“) aus.

Netzplanung beinhaltet die Aufstellung und Verschaltung von Komponenten für gegebene Verkehrsanforderungen. Gesucht wird die beste Kombination aus Multiplex-Mechanismen, Technologien und deren Verschaltung, sodass ein kostenoptimales Netz entsteht. Somit ist Netzplanung ein kombinatorisches Optimierungsproblem. Mathematische Ansätze stoßen aufgrund des exponentiellen Bedarfs an Rechenressourcen an praktische Grenzen und erlauben es ferner nicht, Regeln zur Netzplanung abzuleiten.

Aus diesem Grund besitzen Netzausrüster proprietäre Werkzeuge zur heuristischen Netzplanung, die nicht veröffentlicht und somit auch nicht miteinander verglichen werden können. Um die Entwicklung, den Vergleich und die Visualisierung von Planungsmechanismen zu unterstützen, haben wir die offene und modulare Software *MuLaNEO* (Multi-Layer Network Engineering and Optimization) geschaffen, vgl. Abb. 1, die wir im Folgenden vorstellen.

## II. MULTI-LAYER NETWORK ENGINEERING AND OPTIMIZATION

*MuLaNEO* [1] ist eine Software zur Evaluierung von Algorithmen für die Planung und Optimierung von Mehrdienstnetzen. Bei der Entwicklung von *MuLaNEO* wurde auf einen modularen Aufbau geachtet, der sich im gesamten Planungsablauf widerspiegelt und in Abb. 2 dargestellt wird. Die *Eingabe* für ein Planungsszenario besteht aus einer physikalischen Topologie und einer Menge von statischen und dynamischen Verkehrsanforderungen. *MuLaNEO* beinhaltet Topologie- und Verkehrsgeneratoren und kann Verkehr in allen Diensten erzeugen. Darüber hinaus ist ein XML-basiertes Komponenten- und Kosten-Modell integriert, das alle elementaren Netzkomponenten (Interfaces, Linecards und Racks) abbilden kann. Dieses Modell ist flexibel bzgl. Komponenten/Technologien erweiterbar und erlaubt es, Komponenten und Kostenwerte zur Laufzeit zu variieren. Zudem bietet *MuLaNEO* viele weitere Einstellungsmöglichkeiten, u.a. *Ausfallsicherheit* mit Mechanismen für Knoten-/Kantendisjunktheit, dedizierte Link-/Pfadersatzschaltungen sowie den Schutz einzelner oder mehrerer Dienste als auch *shared risk group* (SRG) Analysen. Die Ausführung eines *Planungsalgorithmus* in *MuLaNEO* bewirkt

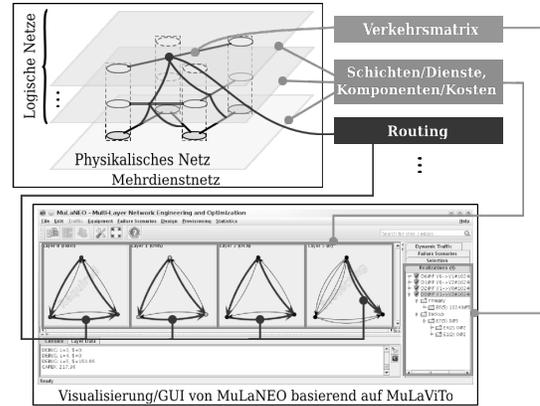


Abbildung 1. Darstellung von Mehrdienstnetzen, -pfaden und -parametern.

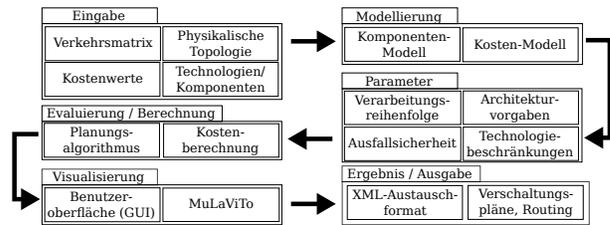


Abbildung 2. Modularer Aufbau von *MuLaNEO* und Planungsablauf.

die Erzeugung von logischen Verbindungen innerhalb der verfügbaren Technologien unter Beachtung der physikalischen Ressourcen. Somit liefert *MuLaNEO* Verschaltungs- und Installationsblaupausen sowie *Routings* für die betrachteten Verkehrsanforderungen. Die Benutzeroberfläche von *MuLaNEO*, vgl. Abb. 1, *visualisiert* diese Verschaltungen und baut auf dem eigens entwickelten Framework *MuLaViTo* (Multi-Layer Network Visualization Tool) auf, das auch im EuroNF Projekt VNREAL genutzt wird. *MuLaNEO* wurde in Zusammenarbeit mit Studenten entwickelt und Plattform-unabhängig in Java implementiert. Die Relevanz von *MuLaNEO* wird durch Publikationen, z.B. von Algorithmen [2], sowie Anfragen aus der Industrie belegt. Durch ein *XML-Austauschformat* für Mehrdienstnetze, Komponenten und Kosten werden wiederkehrende Berechnungen mit unterschiedlichen Parametern sowie der Austausch und der Vergleich von Ergebnissen ermöglicht. Der Quellcode ist ausführlich dokumentiert und wird unter der GPL/LGPL veröffentlicht [1].

### DANKSAGUNG

Diese Arbeit wurde durch das BMBF im Rahmen des Projekts 100GET (Förderkennzeichen 01BP0775) gefördert.

### LITERATUR

- [1] M. Duelli, X. Qin, J. Ott, and E. Weber, “MuLaNEO – Multi-Layer Network Engineering and Optimization,” Nov. 2010, <http://mulaneo.sf.net>.
- [2] M. Duelli, X. Qin, and M. Menth, “Greedy Design of Resilient Multi-Layer Networks,” in *6th Conference on Next Generation Internet Networks (NGI 2010)*, Paris, France, Jun. 2010.