



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg  
*Hamburg University of Applied Sciences*

Erweiterung des Routing-Atlas  
WiSe 2012/2013 - 28.02.2013  
Andreas Krohn

Ausarbeitung: Seminar

## Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einführung</b>	<b>3</b>
1.1 Motivation . . . . .	3
<b>2 Routing-Atlas</b>	<b>3</b>
<b>3 Vorarbeiten</b>	<b>6</b>
3.1 Anwendung 1 . . . . .	6
3.2 Anwendung 2 . . . . .	6
3.3 Projekt 1 . . . . .	7
<b>4 Ausblick</b>	<b>8</b>
4.1 Vorgehensweise . . . . .	8
<b>5 Zusammenfassung</b>	<b>8</b>
<b>Literatur</b>	<b>9</b>

# 1 Einführung

Ziel des Masterseminars ist die Entwicklung und Eingrenzung des Themas für die Masterarbeit. Dabei sind Vorarbeiten der vergangenen Semester zu berücksichtigen.

## 1.1 Motivation

Das Internet ist nicht an nationale Grenzen gekoppelt und ursprünglich eher als Verbund autonomer Entitäten entworfen. Da mittlerweile ein großer Teil der Kommunikation und des Geschäftslebens das Internet nutzt, sehen Staaten seit Jahren zunehmend den Bedarf regulierend einzugreifen. Die Untersuchung der Topologie unter Berücksichtigung der Staaten wird hier interessant. Da es keine allwissende übernationale Registrierungs- und Regulierungsentsität gibt, lässt sich nur so abschätzen, welche dritten Jurisdiktionen an einer Kommunikation zweier Partner beteiligt sind.

Angesichts dieser Tatsache scheint es sinnvoll hierfür ein Werkzeug zu entwickeln. Der Bau eines solches Werkzeug bietet verschiedene Herausforderungen, die einer Lösung bedürfen.

- Zuordnung von Bestandteilen des Internets zu Ländern
- Sammeln und Archivieren von Daten um Entwicklungen über Zeit beobachten zu können
- Modellierung des policybasierten Routings im Internet
- Validierung dieses Modells

Hauptsächlich besteht das Problem darin, dass die Sicht auf das Internet abhängig vom Standort der Beobachtung ist und darüber hinaus nie „komplett“ ist.

## 2 Routing-Atlas

Der Routing-Atlas [1] ist ein Projekt der inet-AG in Zusammenarbeit mit dem BSI. Ziel ist die Untersuchung der Topologie des Internets auf AS-Ebene. Gegenüber vorherigen Ansätzen wurde hierbei ein besonderer Fokus auf die Kriterien Staat und Branche gelegt. Dabei sollte geklärt werden, in wie weit eine nationale Klassifizierung des Internets auf IP- und AS-Ebene möglich ist, in wie weit das Routing einer Nation in sich abgeschlossen ist und wie starke Abhängigkeiten bestehen.

Das Routing-Atlas Projekt nutzt verschiedene Datenquellen und führt diese zusammen.

- Informationen zu IP-Adressblöcken und -Präfixen sowie zu ASen aus der RIPE-Datenbank [2] und vom Team Cymru [3]

- Datensätze regionaler Monitore [4]
- Matrizen zu Shortest Path und Next Hop des NEC labs, die Rolf Winter erstellt hat [5, 6]
- Hierarchische Einordnung der ASe auf Basis von Daten, die von einer Arbeitsgruppe der UCLA um Lixia Zhang gesammelt werden [7, 8]

Die Toolchain des Routing-Atlas besteht aus den vier Schritten Identifizieren, Aggregieren, Klassifizieren und Visualisieren.

Identifiziert werden zunächst alle IP-Adressblöcke in der RIPE Datenbank, die eine Länderkennung *DE* oder *EU* tragen. Für die lediglich als europäischen Ursprungs gekennzeichneten Adressblöcke wird über administrative Adressen versucht eine nähere Einordnung vorzunehmen. Hieraus resultiert die Menge aller deutschen IP-Adressblöcke.

Die so ausgewählten Adressblöcke zu IP-Präfixen aufgelöst. Im folgenden Schritt werden die Präfixe den jeweiligen Autonomen Systemen zugeordnet. Hierzu werden (in dieser Reihenfolge) die RIPE DB, die Datenbank des Team Cymru und ein Route-Monitor verwendet. Das Resultat ist die Menge aller Autonomen Systeme die einen deutschen IP-Adressblock besitzen.

Die Autonomen Systeme werden nach zwei Kriterien klassifiziert. Zum einen wird eine hierarchische Einordnung vorgenommen. Zum anderen werden die ASe Branchen zugeordnet.

Die Hierarchie eines Autonomen Systems wird aus der „Internet Topology Collection“ der UCLA übernommen [7]. Basierend auf ihrem Knotengrad und der Art der Verknüpfung untereinander werden die ASe eingeordnet in:

- Tier-1: AS hat keine Provider
- Large ISP: AS ist Provider für mehr als 50 Kunden
- Small ISP: AS hat zwischen 5 und 50 Kunden
- Stub: AS hat weniger als 5 Kunden

Die Position eines AS in der Hierarchie wird später bei der Visualisierung benötigt.

Die Klassifizierung der Autonomen Systeme in Branchen erfolgt anhand von Schlüsselworten nach denen in gesammelte Informationen, Namen und Adressen gesucht wird. Die Zuordnung eines AS zu einer Branche ermöglicht den Vergleich verschiedener Branchenspezifischer Netzabschnitte oder beispielsweise die Analyse der Konnektivität zweier Branchen untereinander.

Für die Visualisierung werden Teilgraphen gebildet und auf verschiedene Weise dargestellt. Die Teilgraphen behinhalten dabei alle oder eine nach beispielsweise einer Branche gefilterte



## 3 Vorarbeiten

In den vergangenen Semestern wurde auf verschiedene Aspekte des Routing-Atlas eingegangen. Diese Vorarbeiten sind Inhalt der folgenden Abschnitte.

### 3.1 Anwendung 1

In der Veranstaltung Anwendung 1 wurde das Projekt Routing-Atlas in seiner damaligen Form vorgestellt [10].

Der Routing-Atlas nutzt ein Modell der Routingtopologie auf AS-Ebene, das Rolf Winter an den NEC Labs Europe erstellt hat [5, 6]. Nach Abschluss des aus europäischen Mitteln finanzierten Rahmenprojekts „Trinity“ wurde die regelmäßige Neuberechnung dieses Modells mit aktuellen Daten eingestellt. Damit bestand für den Routing-Atlas der Bedarf auf anderem Weg ein aktuelles Modell der Topologie zu erhalten. Das damalige Primärziel des Autors war der Ersatz dieser externen Datenquelle.

Perspektivisch sollte eine weitestgehende Automatisierung der Toolchain des Routing-Atlas erreicht werden, damit regelmäßig Daten und Graphen veröffentlicht werden können. Weiterhin schien die Anpassung und Anwendung der Toolchain für andere Länder und auf das IPv6-Protokoll ein lohnendes Ziel zu sein.

### 3.2 Anwendung 2

Vortrag und Ausarbeitung [11] im Rahmen der Veranstaltung Anwendung 2 stellte verschiedene andere Projekte und Arbeiten zur Topologieanalyse und -inferenz vor.

Besonders hervorzuheben ist hier das Paper „IXPs: Mapped?“ von Brice Augustin und Walter Willinger [12]. Sie beschreiben ein aktives Messverfahren mit dessen Hilfe AS-Links entdeckt werden, die zum Teil in passiven Messungen nicht auftauchen. Dazu wird zunächst eine Liste bekannter IXPs samt Mitgliedern aufgebaut. Weiterhin werden öffentlich zugängliche Beobachtungspunkte in den jeweiligen Netzen gesucht. Von diesen traceroute-Servern aus wird dann versucht „durch“ die IXPs zu den jeweiligen Mitgliedern ein traceroute auszuführen. Enthält der so gemessene Pfad eine Sequenz @AS1 - @IXP - @AS2 (wobei @XX eine IP-Adresse im Präfix der jeweiligen Organisation XX kennzeichnet), so ist ein Link zwischen AS1 und AS2 am betreffenden IXP gefunden.

### 3.3 Projekt 1

Der erste Anlauf für Projekt 1 beschäftigte sich mit der Modellierung der Topologie des Internets auf AS-Ebene. Dazu wurden die aus BGP-Updates und -Dumps extrahierten AS-Links der UCLA [7, 8] genutzt. Auf diesen basierend sollten kürzesten Pfade für alle Paare der ca. 44500 in der Datenbasis vorhandenen ASe berechnet werden. Die resultierenden Pfade sollten möglichst das tatsächliche Routing im Internet nachbilden.

Die zwei Herausforderungen hierbei sind im Wesentlichen:

- Die Komplexität der Berechnung - sowohl im Bezug auf Zeit als auch auf den Speicherbedarf - sowie die effiziente Implementierung.
- Die Modellierung des policybasierten Routings durch die Wahl passender Kantengewichte. Ralf Winter gibt in seinem Paper [6] Hinweise, aber keine ausführlichen und (leicht) nachvollziehbare Details auf seine Wahl der Kantengewichte.

Es wurden verschiedene Algorithmen zur Lösung des all-pair-shortest-path Problems implementiert. Dabei traten je nach Wahl der Datenstruktur für Knoten und Kanten des Graphen ab einer gewissen Größe der Datenmenge Probleme mit Laufzeit oder Speicherbedarf auf.

Letztendlich ist dieser Weg obsolet, da es bereits Tools gibt, die das Problem in annehmbarer Zeit lösen, wie zum Beispiel das Paket `igraph` [13] für R [14].

Als kleines Subprojekt wurde die Länderzuordnung des Routing-Atlas mittels einer Geo-IP Datenbank validiert.

## 4 Ausblick

Die nächste Aufgabe ist ein neuer Anlauf für das Projekt 1. Der Fokus liegt hier auf der Untersuchung aktiver Messverfahren für die Gewinnung weiterer Informationen zu AS-Links.

### 4.1 Vorgehensweise

Zunächst soll das aktive Messen á la Augustin [12] nachempfunden werden. Über Kontakte besteht die Möglichkeit an einem deutschen IXP Messungen durchzuführen. Weiterhin sind Ausschnitte der Topologie im Umfeld dieses IXP bekannt (oder sie können erfragt werden). In einem ersten Schritt sollen diese Ausschnitte mittels traceroute und anderer Verfahren vermessen werden. Dabei sind unter anderem die folgenden Fragen zu beantworten:

- Antworten die gesuchten Bestandteile der Infrastruktur auf ICMP ECHO\_REQUESTS?
- Antworten sie „wahrheitsgemäß“?
- Lassen sich einzelne Lücken im traceroute auf anderen Wegen ermitteln?
- Liefert traceroute im Vergleich zur bisherigen auf passiven Messungen basierenden Topologie weitere Informationen?

Das Ziel ist ein Verfahren zu entwickeln, dass zuverlässig korrekte zusätzliche Informationen liefert. Diese sollen in eine passende Form gebracht werden und der Datenbasis des Routing-Atlas zugefügt werden.

## 5 Zusammenfassung

Der Vortrag und die vorliegende Ausarbeitung im Masterseminar geben einen Überblick zum aktuellen Stand der Themenfindung des Autors zur Masterarbeit. Insgesamt herrscht hier noch zu einem großen Teil Unklarheit. Die Hoffnung ist, dass sich im Rahmen der Projekte im Bereich der Topologieanalyse konkretere Themen finden.

Der primäre und erste Weg ist hierbei die Untersuchung des aktiven Messens zum Nachweis bisher nicht erfasster AS-Links. Sollten auf diesem Weg zuverlässig Peerings nachgewiesen werden, könnten die gewonnenen Daten das Topologiemodell ein Stück vollständiger machen.

## Literatur

- [1] M. Wählisch, T. C. Schmidt, M. de Brün, and T. Häberlen, “Exposing a Nation-Centric View on the German Internet – A Change in Perspective on the AS Level,” in *Proc. of the 13th Passive and Active Measurement Conference (PAM)*, ser. LNCS, vol. 7192. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2012, p. 200–210. [Online]. Available: <http://inet.cpt.haw-hamburg.de/publications/wsbh-envgi-12.html>
- [2] “RIPE Database Query.” [Online]. Available: <https://apps.db.ripe.net/search/query.html>
- [3] “Team Cymru.” [Online]. Available: <http://www.cymru.com/>
- [4] “RIPE Routing Information Service (RIS).” [Online]. Available: <http://www.ripe.net/projects/ris/rawdata.html>
- [5] “Internet AS-level topology construction & analysis.” [Online]. Available: <http://topology.neclab.eu/>
- [6] R. Winter, “Modeling the Internet Routing Topology - In Less than 24h,” in *Proceedings of the 2009 ACM/IEEE/SCS 23rd Workshop on Principles of Advanced and Distributed Simulation*, ser. PADS '09. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society, 2009, p. 72–79. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1109/PADS.2009.17>
- [7] “Internet Topology Collection.” [Online]. Available: <http://irl.cs.ucla.edu/topology/>
- [8] B. Zhang, R. Liu, D. Massey, and L. Zhang, “Collecting the internet AS-level topology,” *SIGCOMM Comput. Commun. Rev.*, vol. 35, p. 53–61, January 2005. [Online]. Available: <http://doi.acm.org/10.1145/1052812.1052825>
- [9] T. C. Schmidt, M. Wählisch, M. de Brühn, and T. Häberlen, “Ein Routing-Atlas für die strukturelle und visuelle Exposition des deutschen Internets,” *Praxis der Informationsverarbeitung und Kommunikation (PIK)*, vol. 34, no. 2, p. 60–72, June 2011. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1515/piko.2011.012>
- [10] A. Krohn, “Ausarbeitung Anwendung 1 - Erweiterung des Routing-Atlas,” 2010. [Online]. Available: <http://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/projekte/master10-11-aw1/krohn/bericht.pdf>
- [11] —, “Ausarbeitung Anwendung 2 - Erweiterung des Routing-Atlas,” 2012. [Online]. Available: <http://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/projekte/master2012-aw2/krohn/bericht.pdf>

- 
- [12] B. Augustin, B. Krishnamurthy, and W. Willinger, "IXPs: mapped?" in *Proceedings of the 9th ACM SIGCOMM conference on Internet measurement conference*, ser. IMC '09. New York, NY, USA: ACM, 2009, p. 336–349. [Online]. Available: <http://doi.acm.org/10.1145/1644893.1644934>
- [13] "igraph: Network analysis and visualization." [Online]. Available: <http://cran.r-project.org/web/packages/igraph/index.html>
- [14] "The R Project for Statistical Computing." [Online]. Available: <http://www.r-project.org/>