

Entwicklung, Aufbau und Evaluation eines Verbunds aus Einplatinencomputern zur Simulation eines Internet-Knotens

Maximilian Willner (1052866)

Studiengang Informatik (Bachelor of Science)

31.01.2022

Frankfurt University of Applied Sciences

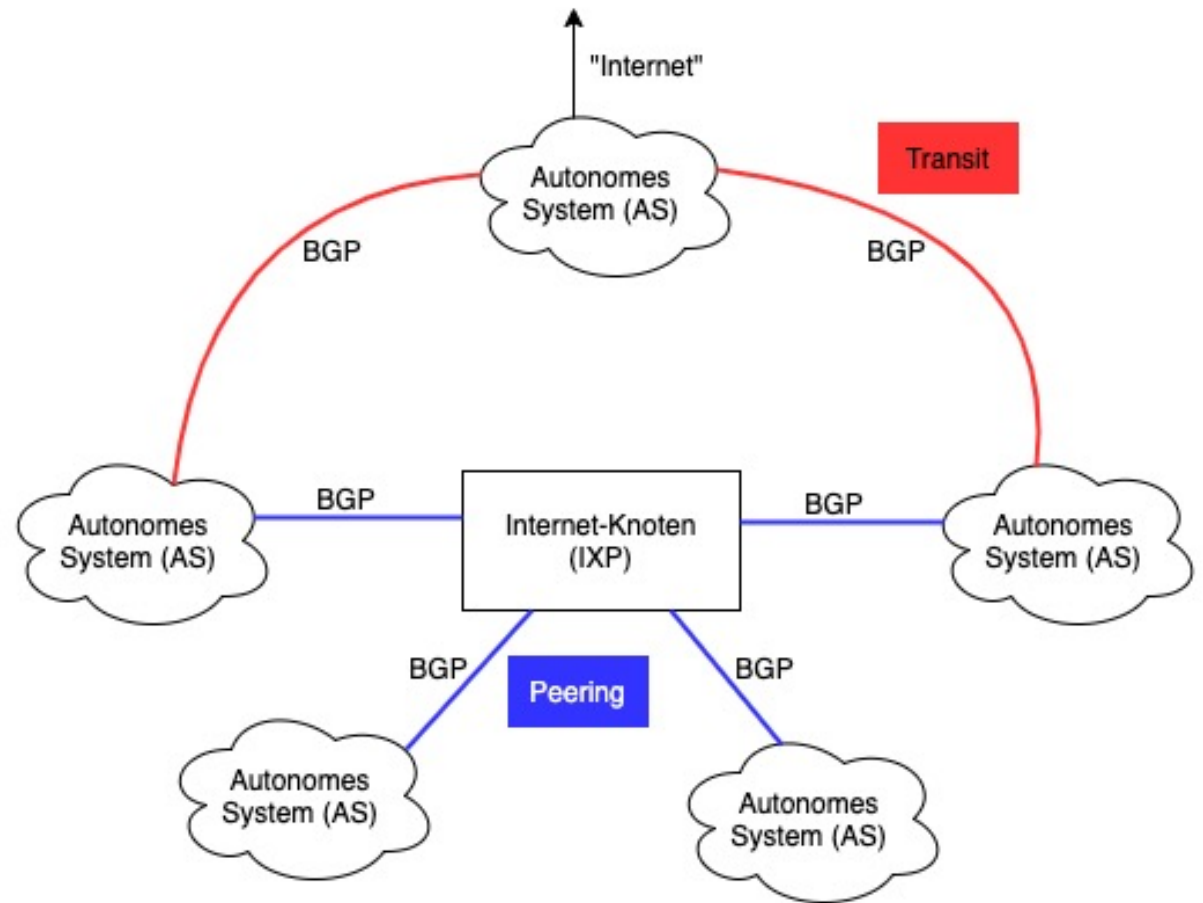
Fachbereich 2: Informatik und Ingenieurwissenschaft

Inhalt

1. Einleitung
2. Untersuchte Lösungsmöglichkeiten
3. Bewertung der Lösungsmöglichkeiten
4. Gewählte, entwickelte und realisierte Lösung
5. Live-Demonstration
6. Fazit

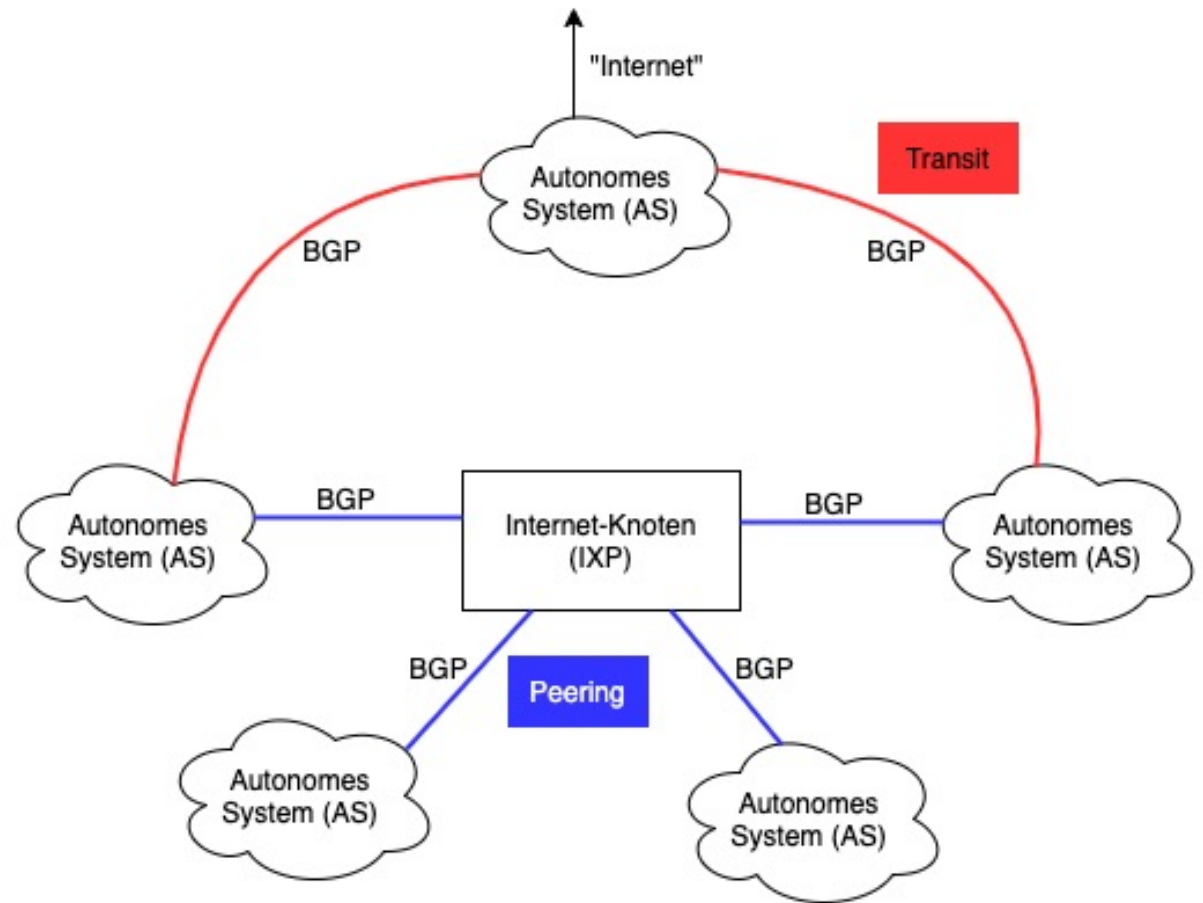
1. Einleitung

- **Autonome Systeme**
 - Geschlossenes System
 - Verbinden sich untereinander
- **Border Gateway Protokoll**
 - Routen-Informationen
 - Inter-AS-Kommunikation
- **Internet-Knoten**
 - Internet Exchange Federation:
 - Datenaustausch
 - mind. 3 Autonome Systeme



1. Einleitung

- Versuchsaufbau:
 - BGP Sitzungen
 - Verhalten nachbilden
 - Visualisieren
 - Szenarien
- Peering Verbindungen aufbauen

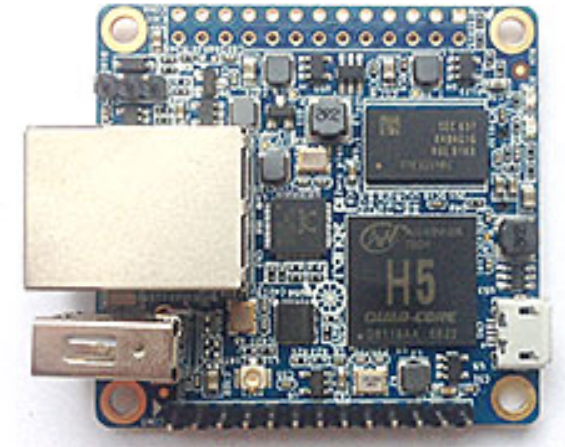


2. Untersuchte Lösungsmöglichkeiten

- Einplatinencomputer
 - Jeweils ein Autonomes System
 - Mind. eine Schnittstelle
 - Installation von Betriebssystem
 - Raspberry Pi / Orange Pi
- BGP Router-Software
 - FRRouting



Quelle: <https://www.raspberrypi.com/products/>



Quelle: https://linux-sunxi.org/Xunlong_Orange_Pi_Zero_Plus

2. Untersuchte Lösungsmöglichkeiten

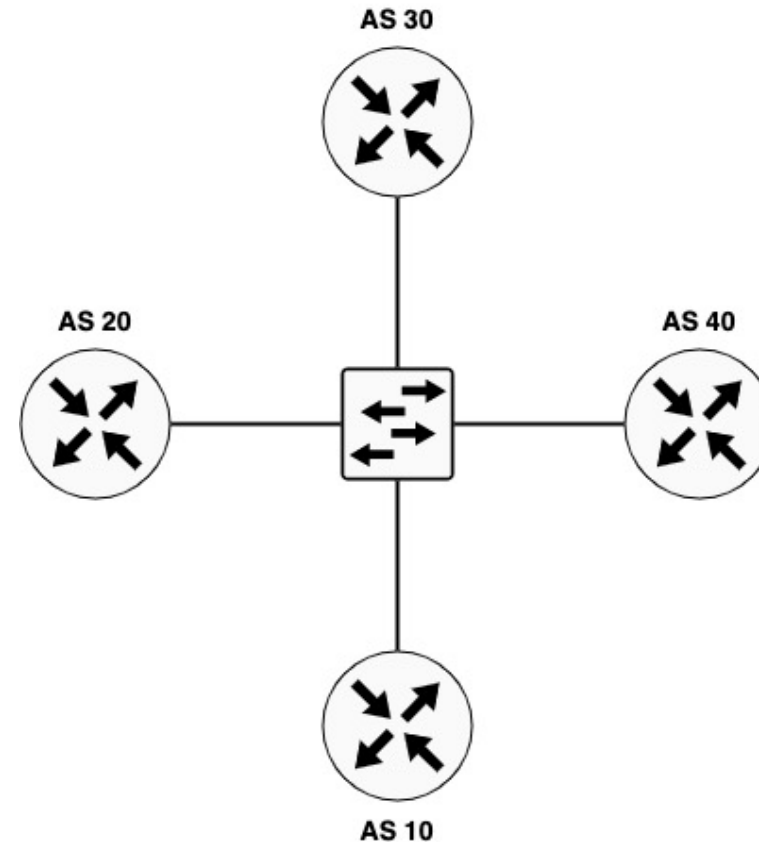
- Mini-Internet (ETH Zürich)
 - Lehrveranstaltung
 - Teilnehmer konfigurieren Netzwerk
 - Virtualisierung
 - Docker / Open vSwitch / FRRouting

3. Bewertung der Lösungsmöglichkeiten

- Einplatinencomputer
 - Kostengünstig
 - Transportabel / mobil
 - Schnell einsatzbereit
 - Konfigurationsaufwand hoch
- Mini-Internet
 - Zugeschnitten auf Lehrveranstaltung
 - 100+ Teilnehmer
 - Hohe Hardware Anforderungen

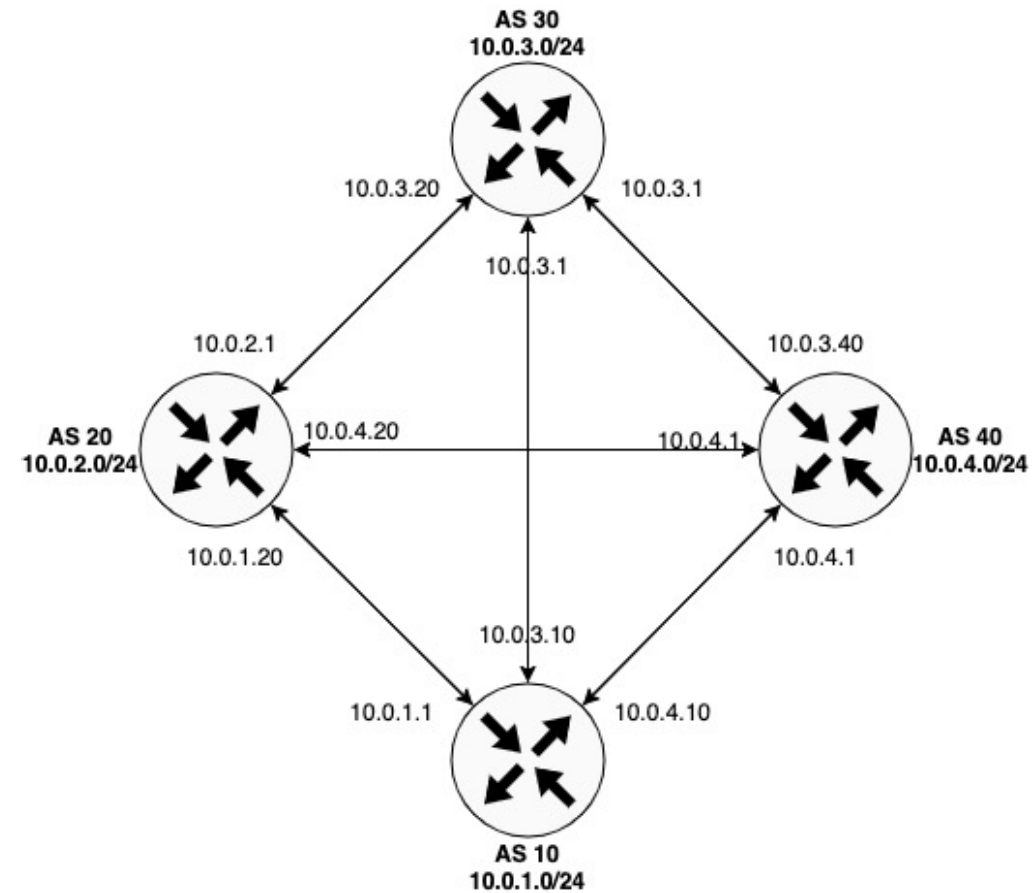
4. Gewählte, entwickelte und realisierte Lösung

- Netzwerk Topologie
- Vier Autonome Systeme
 - AS 10 – AS 40
- Zentraler Switch
 - Switch stellt Internet-Knoten dar



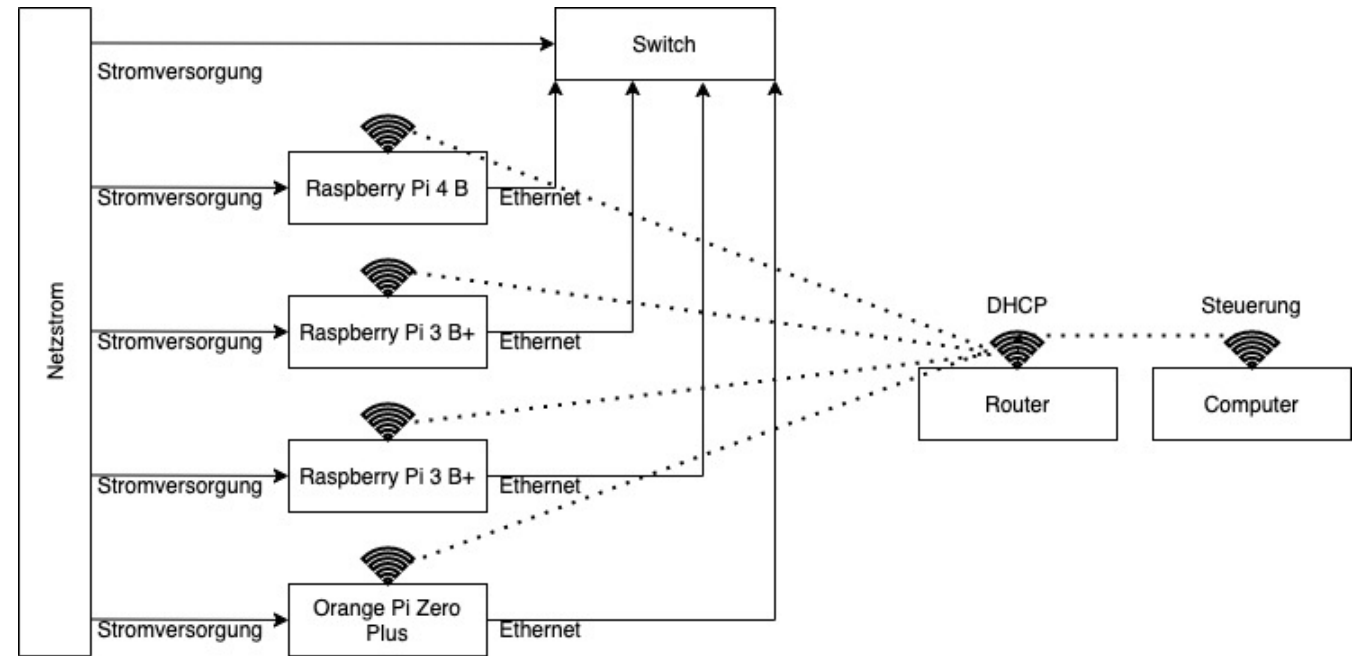
4. Gewählte, entwickelte und realisierte Lösung

- Vollvermaschung
- Netzwerk Adressen
 - 10.0.X. Präfix
 - Je 255 Adressen pro AS
- FRRouting Konfiguration
- Schnittstellen Konfiguration

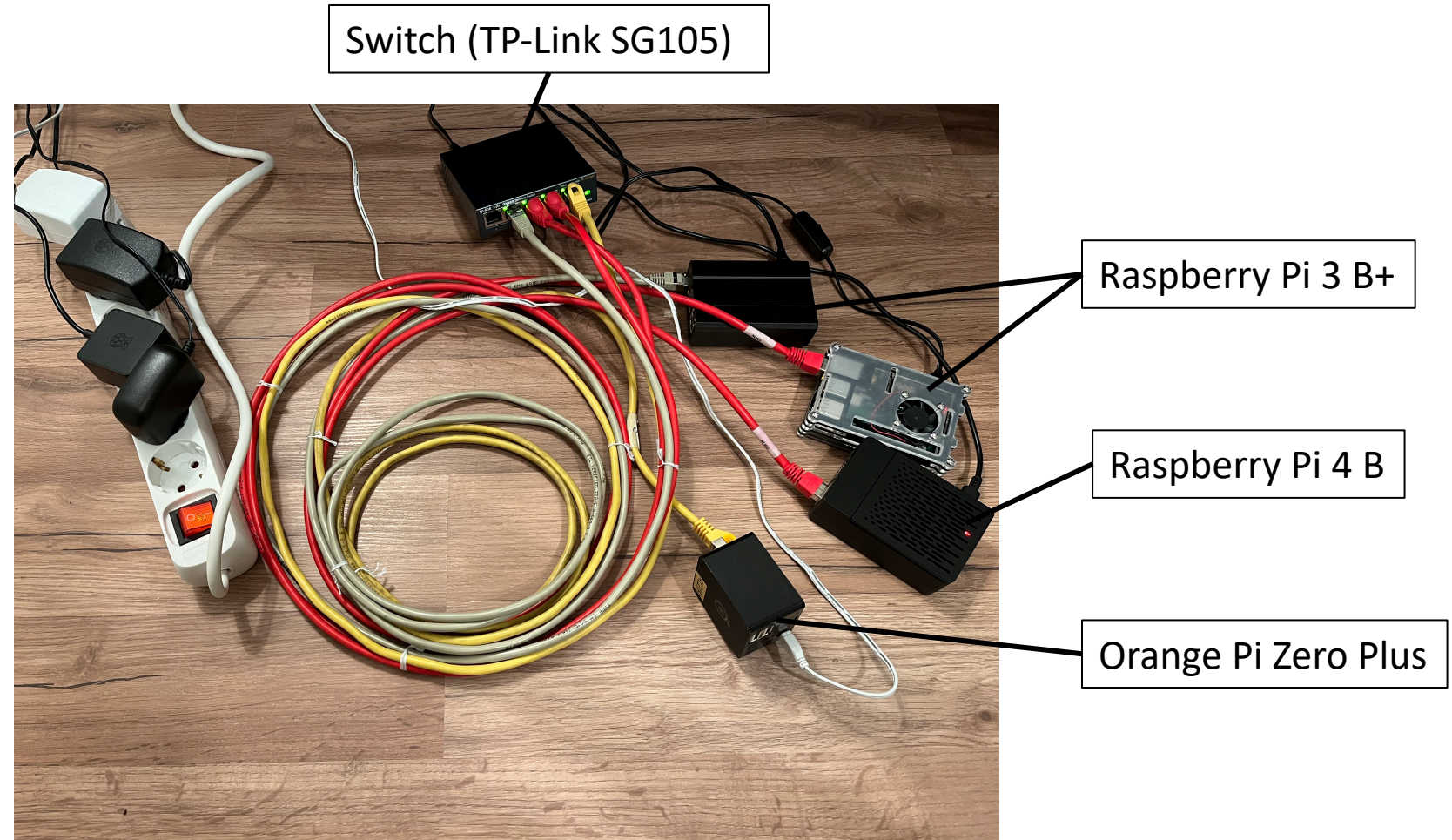


4. Gewählte, entwickelte und realisierte Lösung

- Hardware Schema
- Externe Geräte
 - Router (DHCP)
 - Computer (Steuerung)
- Steuerung über WLAN

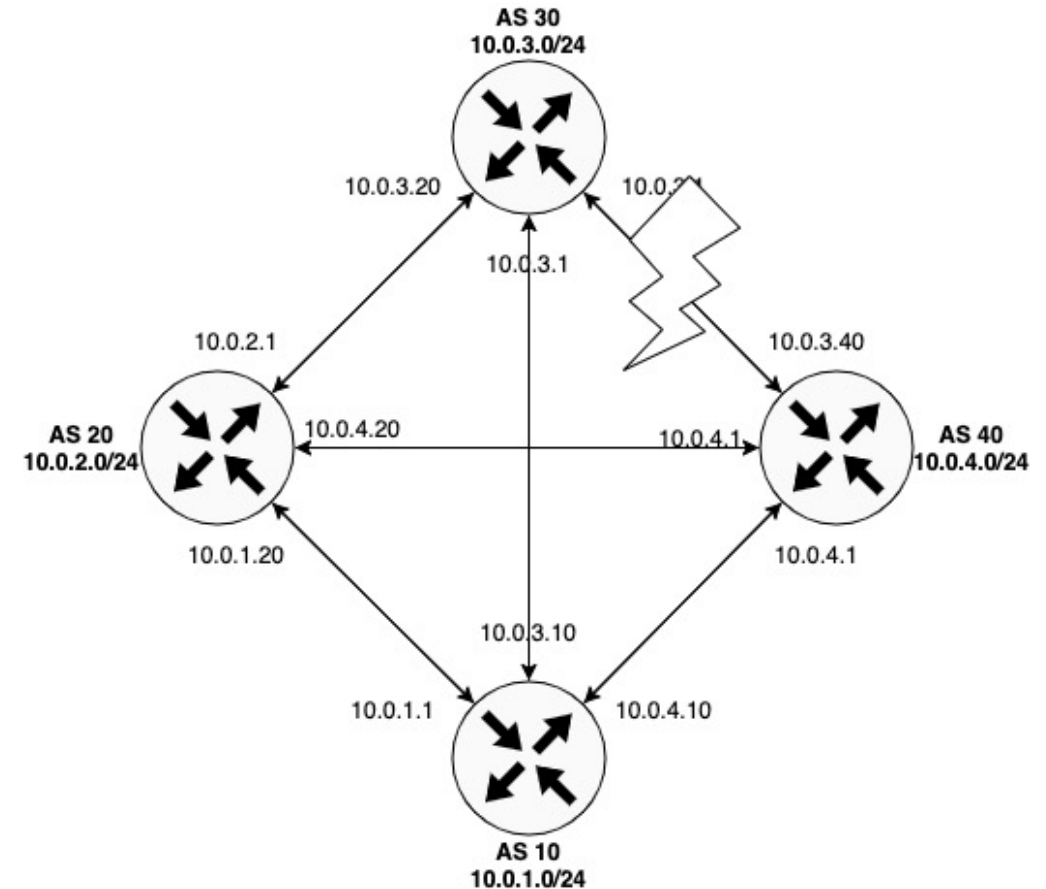


4. Gewählte, entwickelte und realisierte Lösung



5. Live-Demonstration

1. FRRouting Funktionen
2. Anschluss eines AS an den Internet-Knoten
3. Ausfall einer Verbindung



6. Fazit

- BGP-Verbindungen aufgebaut
 - Inter-AS-Kommunikation erfolgreich
- Internet-Knoten implementiert
 - Switch erfüllt Anforderung
- Erweiterungen:
 - Routen-Server
 - Szenarien: DDoS, BGP-Hijacking
 - Betriebssystemabbilder in der Cloud

Literatur

- Bernhard Ager u.a. “Anatomy of a Large European IXP”. In: *Proceedings of the ACM SIGCOMM 2012 Conference on Applications, Technologies, Architectures, and Protocols for Computer Communication*. SIGCOMM’12. Helsinki, Finland: Association for Computing Machinery, 2012, 163–174. isbn: 9781450314190. doi: 10.1145/2342356.2342393. url: <https://doi.org/10.1145/2342356.2342393>.
- *AMS-IX Amsterdam*. url: <https://www.ams-ix.net/> (besucht am 03.12.2021).
- *AMS-IX Statistik*. url: <https://www.ams-ix.net/ams/documentation/totalstats> (besucht am 03.12.2021).
- *Armbian Dokumentation*. url: https://docs.armbian.com/User-Guide_Getting-Started/ (besucht am 03.12.2021).
- Christian Baun. *Computernetze Kompakt*. Springer Vieweg, 2020.
- *Border Gateway Protocol (BGP)*. RFC 1163. Juni 1990. doi: 10.17487/RFC1163. url: <https://rfc-editor.org/rfc/rfc1163.txt>.
- Robert T. Braden. *Requirements for Internet Hosts - Communication Layers*. RFC 1122. Okt. 1989. doi: 10.17487/RFC1122. url: <https://rfc-editor.org/rfc/rfc1122.txt>.
- *DE-CIX*. url: <https://www.de-cix.net/de> (besucht am 03.12.2021).
- *DE-CIX Frankfurt Statistik*. url: <https://www.de-cix.net/en/locations/frankfurt/statistics> (besucht am 03.12.2021).
- *DE-CIX Globepeer Service*. url: <https://www.de-cix.net/de/services/globepeer> (besucht am 03.12.2021).
- *DE-CIX Route Server Guide*. url: <https://www.de-cix.net/en/locations/frankfurt/route-server-guide> (besucht am 18.12.2021).
- Klaus Dembowski. *Raspberry Pi – Das technische Handbuch*. Springer Vieweg, 2019.
- *EURO-IX 2020 Report*. url: https://www.euro-ix.net/media/filer_public/cf/7c/cf7c8cb1-40c9-4e37-9d79-02b61ccc081e/ixp_report_2020_.pdf (besucht am 06.12.2021).
- Raspberry Pi Foundation. *Trustees’ Report and financial statements 2020*. url: <https://static.raspberrypi.org/files/about/RaspberryPiFoundationReport2020.pdf> (besucht am 27.11.2021).
- *FRRouting*. url: <https://frrouting.org> (besucht am 01.11.2021).

Literatur

- *FRRouting Installation*. url: <https://docs.frrouting.org/en/latest/setup.html> (besucht am 19.12.2021).
- *FRRouting Systemvoraussetzungen*. url: <http://docs.frrouting.org/en/latest/overview.html#system-requirements> (besucht am 03.12.2021).
- John A. Hawkinson und Tony J. Bates. *Guidelines for creation, selection, and registration of an Autonomous System (AS)*. RFC 1930. März 1996. doi: 10.17487/RFC1930. url: <https://rfc-editor.org/rfc/rfc1930.txt>.
- Thomas Holterbach u.a. "An Open Platform to Teach How the Internet Practically Works". In: *SIGCOMM Comput. Commun. Rev.* 50.2 (2020), 45–52. issn: 01464833. doi: 10.1145/3402413.3402420. url: <https://doi.org/10.1145/3402413.3402420>.
- *IXP Definition*. url: <http://www.ix-f.net/ixp-definition.html> (besucht am 06.12.2021).
- *LINX*. url: <https://www.linx.net/> (besucht am 03.12.2021).
- *LINX Statistik*. url: <https://portal.linx.net/okta-login> (besucht am 03.12.2021).
- William B. Norton. *The Internet Peering Playbook*. DRPeering Press, 2014.
- *Orange Pi*. url: <http://www.orangepi.org> (besucht am 29.11.2021).
- *Quagga Routing Software Suite*. url: <https://www.quagga.net> (besucht am 01.11.2021).
- *Raspberry Pi Software*. url: <https://www.raspberrypi.com/software/> (besucht am 29.11.2021).
- Yakov Rekhter, Susan Hares und Tony Li. *A Border Gateway Protocol 4 (BGP-4)*. RFC 4271. Jan. 2006. doi: 10.17487/RFC4271. url: <https://rfc-editor.org/rfc/rfc4271.txt>.
- Philipp Richter u.a. "Peering at Peerings: On the Role of IXP Route Servers". In: *Proceedings of the 2014 Conference on Internet Measurement Conference*. IMC '14. Vancouver, BC, Canada: Association for Computing Machinery, 2014, 31–44. isbn: 9781450332132. doi: 10.1145/2663716.2663757. url: <https://doi.org/10.1145/2663716.2663757>.
- *RIPE Network Coordination Centre*. url: <https://www.ripe.net> (besucht am 18.11.2021).
- Jesse Sowell. *Framing the Value of Internet Exchange Participation*. 2013. url: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2241841>.
- *Zebra Routing Software*. url: <http://www.zebra.org> (besucht am 01.11.2021).

Abbildungen

- Raspberry Pi Model 4 B - Quelle: <https://www.raspberrypi.com/products/>
- Orange Pi Zero Plus - Quelle: https://linux-sunxi.org/Xunlong_Orange_Pi_Zero_Plus

Abkürzungsverzeichnis

- AS Autonomes System
- BGP Border Gateway Protokoll
- DHCP Dynamic Host Configuration Protocol
- IP Internet Protokoll
- IXP Internet Exchange Point
- WLAN Wireless Local Area Network