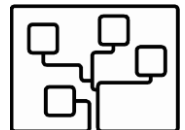


A Concept Approach for Network Slicing in Wireless Mesh Disaster Networks

Alexander Seng

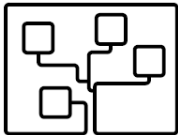
seng@e-technik.org

Frankfurt University of Applied Sciences, Germany
Research Group for Telecommunication Networks



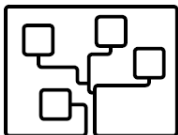
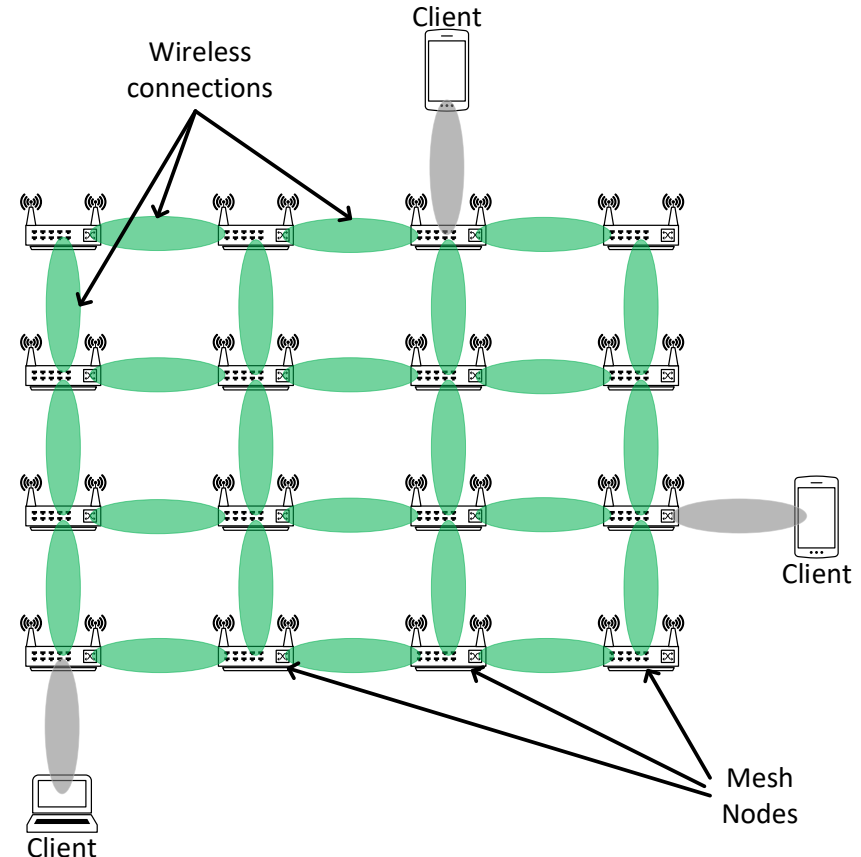
Inhalt

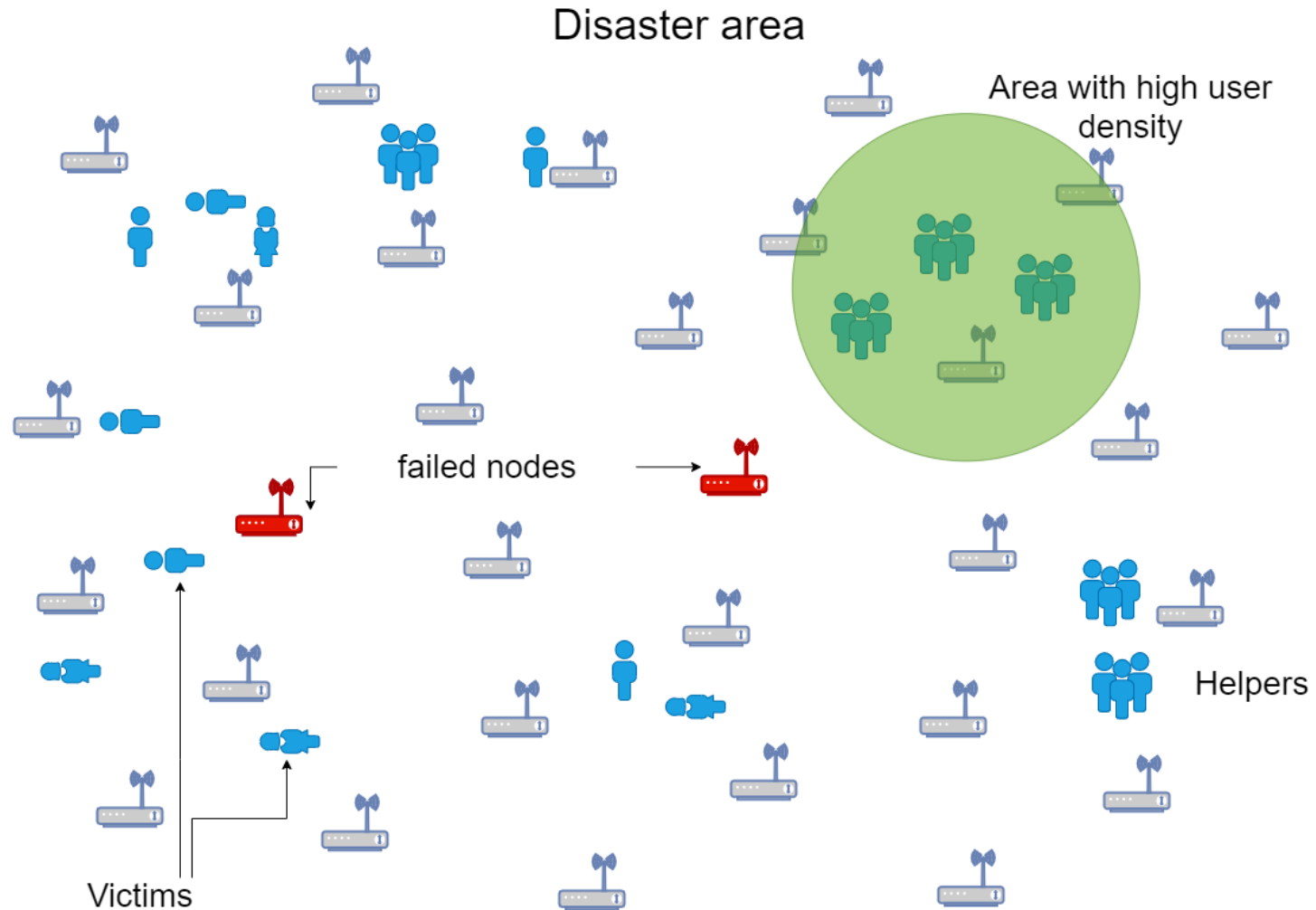
1. Einführung
2. Modellierung der Umgebung
3. Konzept für Pfadermittlung
4. Konzept für Wireless Slicing
5. Konzept für VNF-Platzierung
6. Ergebnisse
7. Fazit



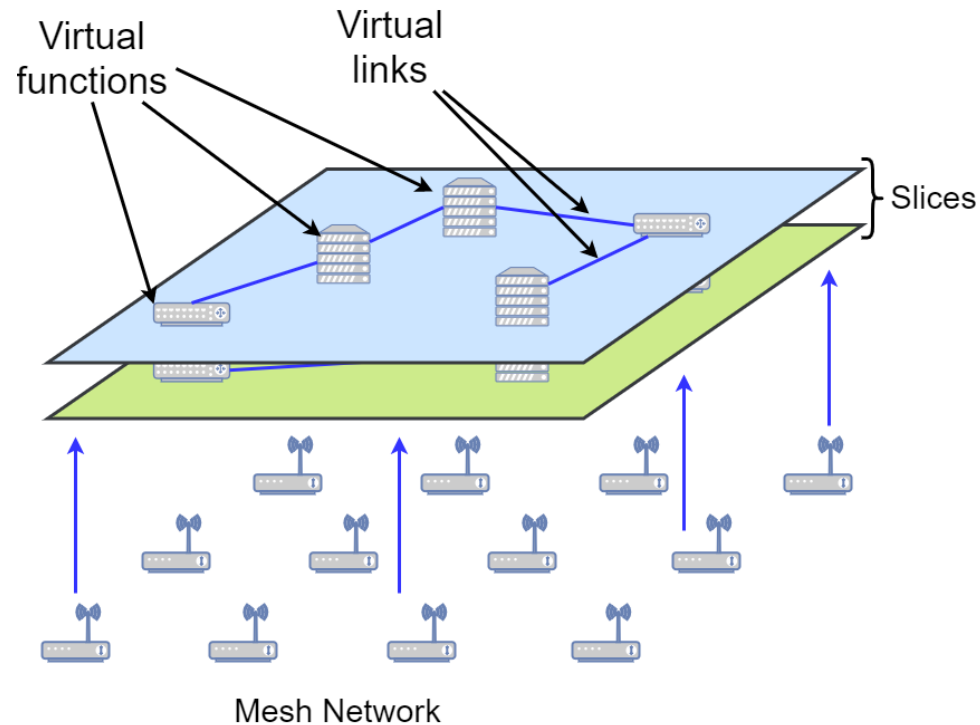
1 Einführung

- **Network Slicing:**
 - wichtige Neuerung in 5G
 - **Eigenständige virtuelle Netzwerke auf der gleichen Infrastruktur [1]**
 - **Speziell für Services angepasst**
 - **Network Functions Virtualization (NFV) und Software-Defined Networking (SDN)**
- **Wireless Mesh Networks (WMNs):**
 - **selbst organisierende, selbst konfigurierende Funknetzwerke [2]**
 - **Schneller Aufbau einer Kommunikationsinfrastruktur**
 - **Potenzielle Anwendung: in Katastrophengebieten [3]**



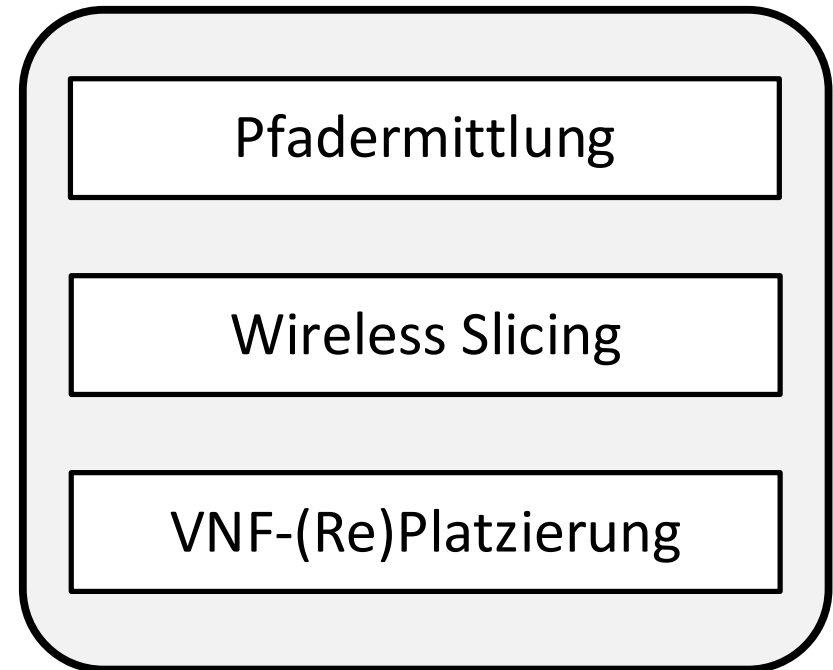


- Bereitstellung eines angepassten Netzes
- **Slice = virtuelle Netzwerkfunktionen + virtuelle Links**
- Herausforderungen:
 - Übertragung auf die physische Infrastruktur
 - Aufteilung der Funkressourcen

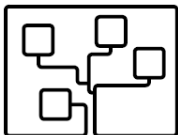


- **Konzept zur Übertragung der Slices auf das Netz**
- **Konzept besteht aus:**
 - **Pfadermittlung**
 - **Wireless-Slicing**
 - **VNF-(Re)Platzierung**

Slicing-Konzept

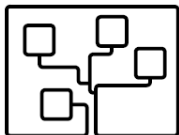


All rights reserved

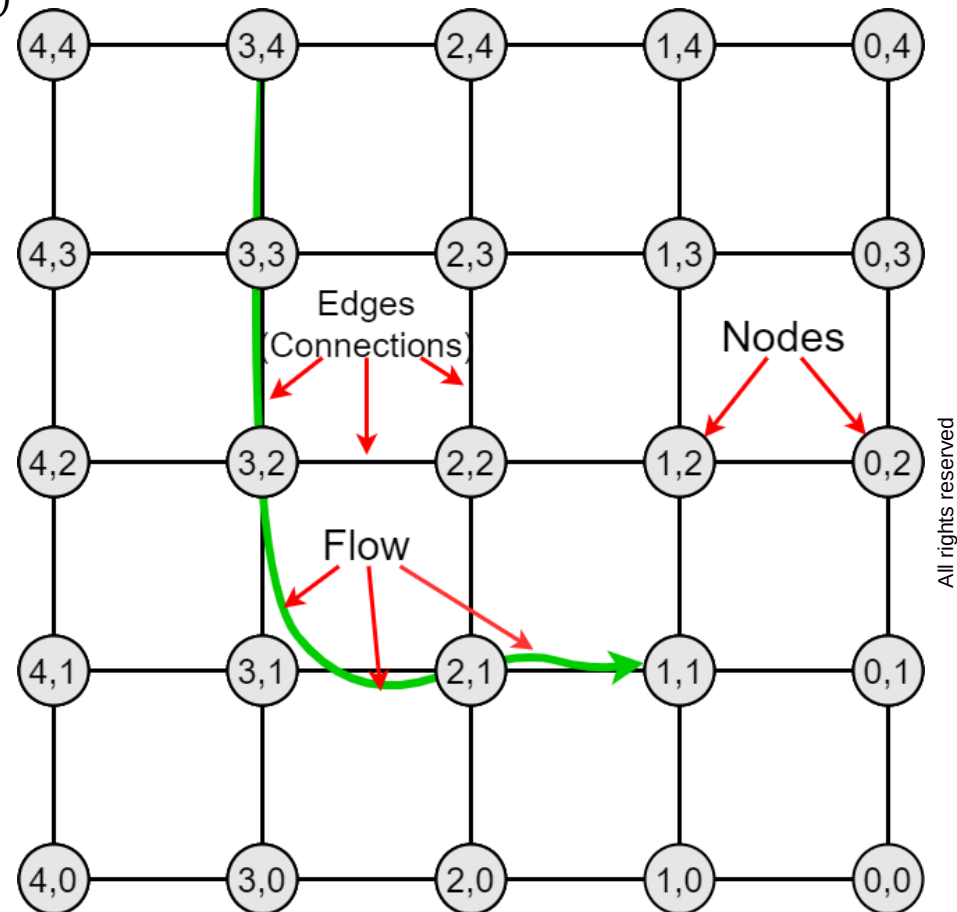


2 Modellierung der WMN-Umgebung

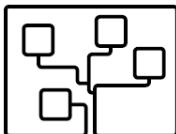
- **Abstrahierung der Netzwerkumgebung**
- **Netzwerke können als Graph betrachtet werden**
- **Zum Testen von Pfadalgorithmen und VNF-(Re)Positionierung wird das WMN als Graph betrachtet**
- **Konstante Bedingungen für Tests durch das Modell**



- WMN als ungerichteter Graph $G(N, E)$ [4]
- N = WMN-Knoten, E = Links
- Slice als Teilgraph $G_s(N_s, E_s) \subseteq G(N, E)$
- Kommunikationsbeziehung zwischen Knoten: Flow f
- Flow f fordert Bitrate $b(f)$ an
- Link verfügt über maximal konsumierbare Bitrate $B(e)$
- Kantengewichte steigen mit dem Verhältnis: $b(f)/B(e)$

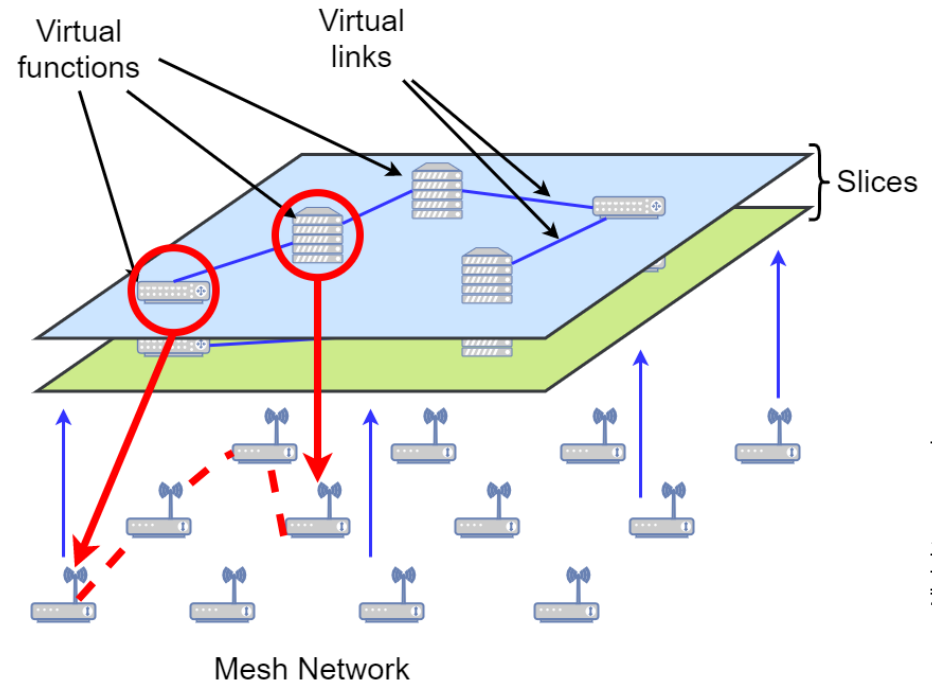


All rights reserved

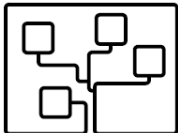


3 Konzept für Pfadermittlung

- Übertragung der virtuellen Links auf die physische Infrastruktur
- Pfadermittlung durch Dijkstra-Algorithmus [5]
- Bestimmen der Links mit geringster Auslastung
 - Höhere Auslastung = Höhere Kosten
- Erhöhung der Stabilität der Links

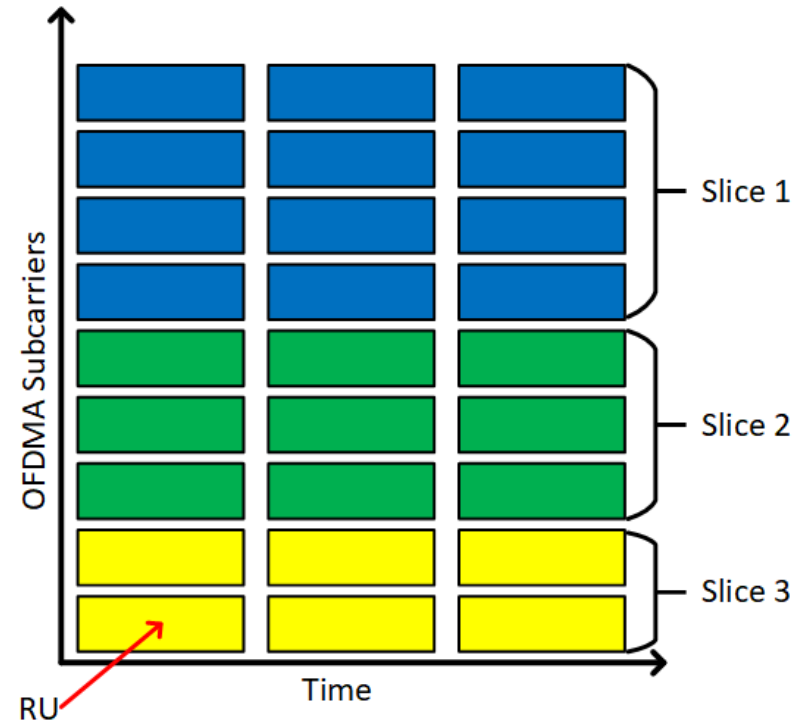


All rights reserved

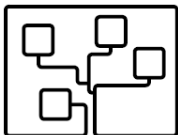


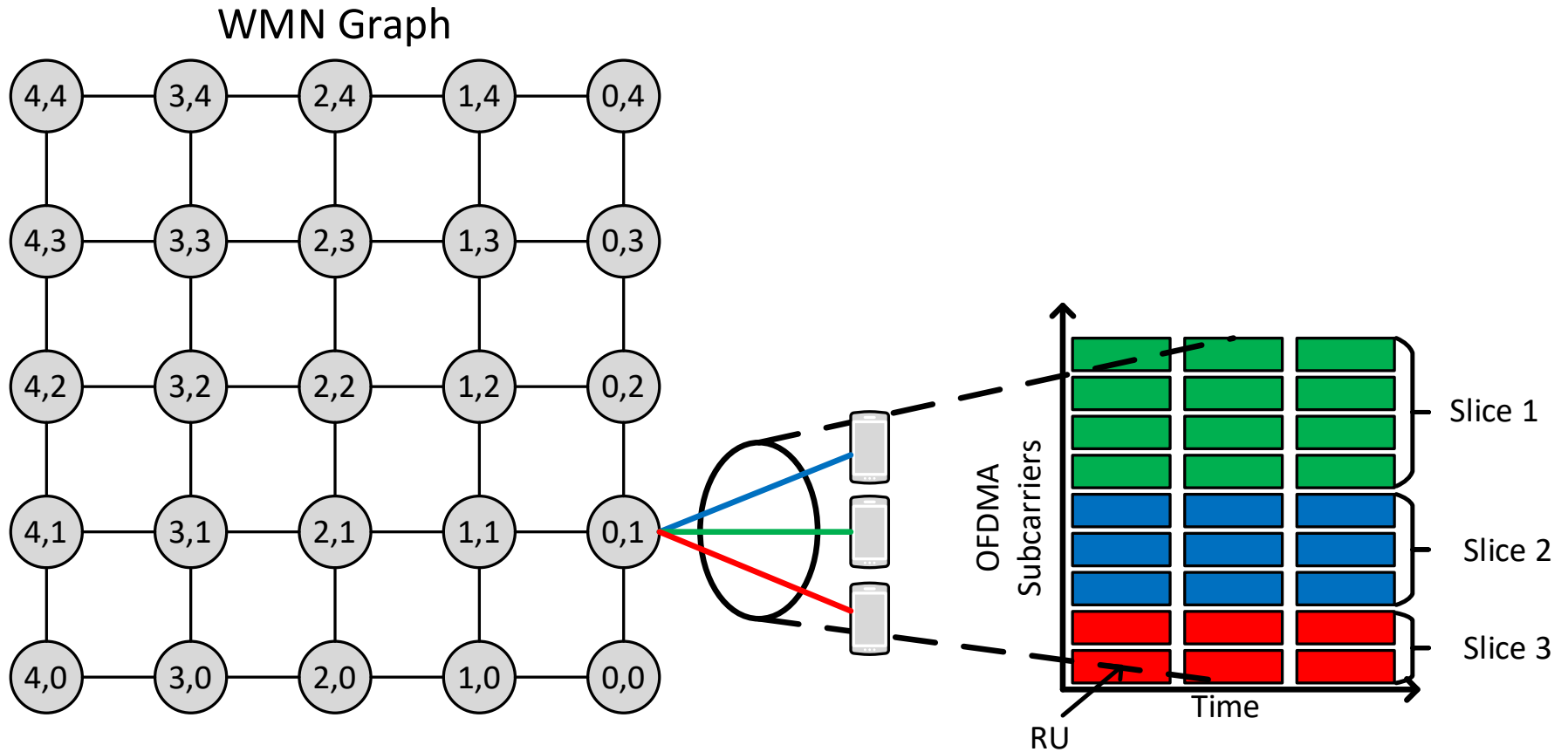
4 Konzept für Wireless-Slicing

- **Aufteilung des Kanals mit OFDMA**
(Orthogonal Frequency Division Multiple Access)
- **Zuweisung von mehreren RUs**
(Resource Units) zu **Slices**
 - unterschiedlich große Subkanäle
 - Gleichzeitige Übertragung möglich
- **Unterschiedliche Modulation und Codierung**
 - unterschiedliche Bitraten
 - unterschiedliche Stabilität



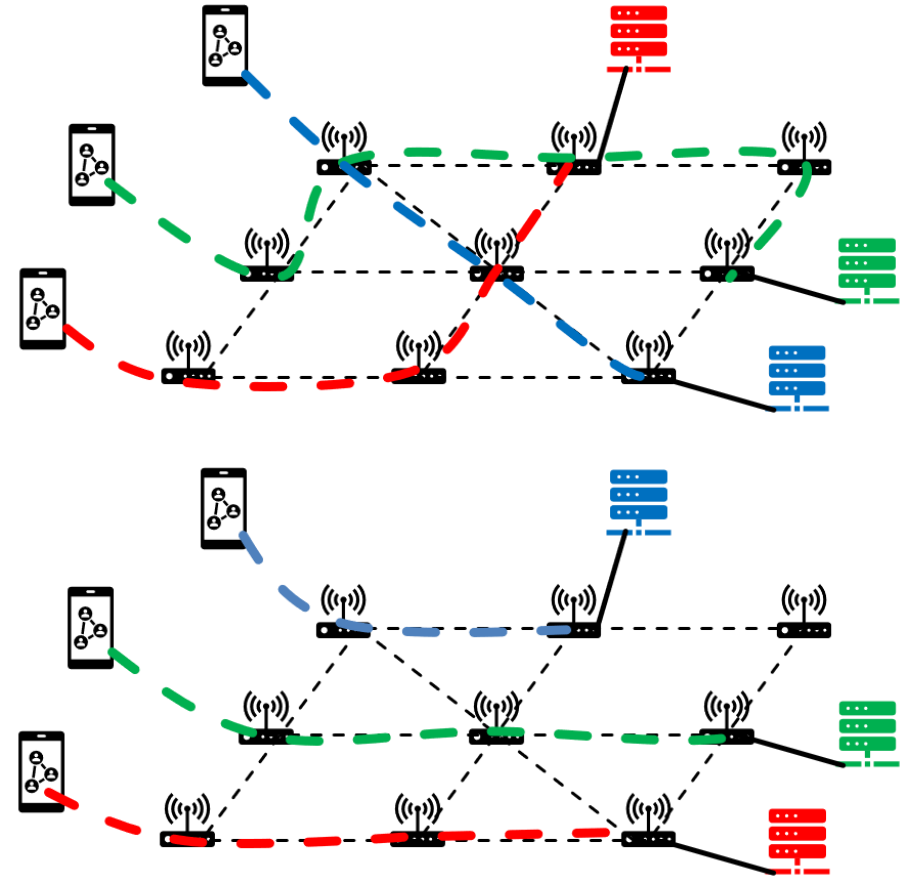
All rights reserved



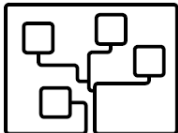


5 Konzept für VNF-(Re)Platzierung

- Replatzierung der virtuellen Netzfunktionen
- Möglichkeit, um Pfade zu verbessern
- Optimierung anhand der Knoten und Netzauslastung
- Notwendig, wenn sich die Topologie ändert oder die anderen Verfahren keine Optimierung bringen



All rights reserved



6 Ergebnisse

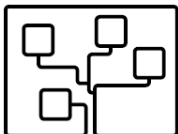
Konfiguration für Pfadermittlung:

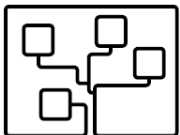
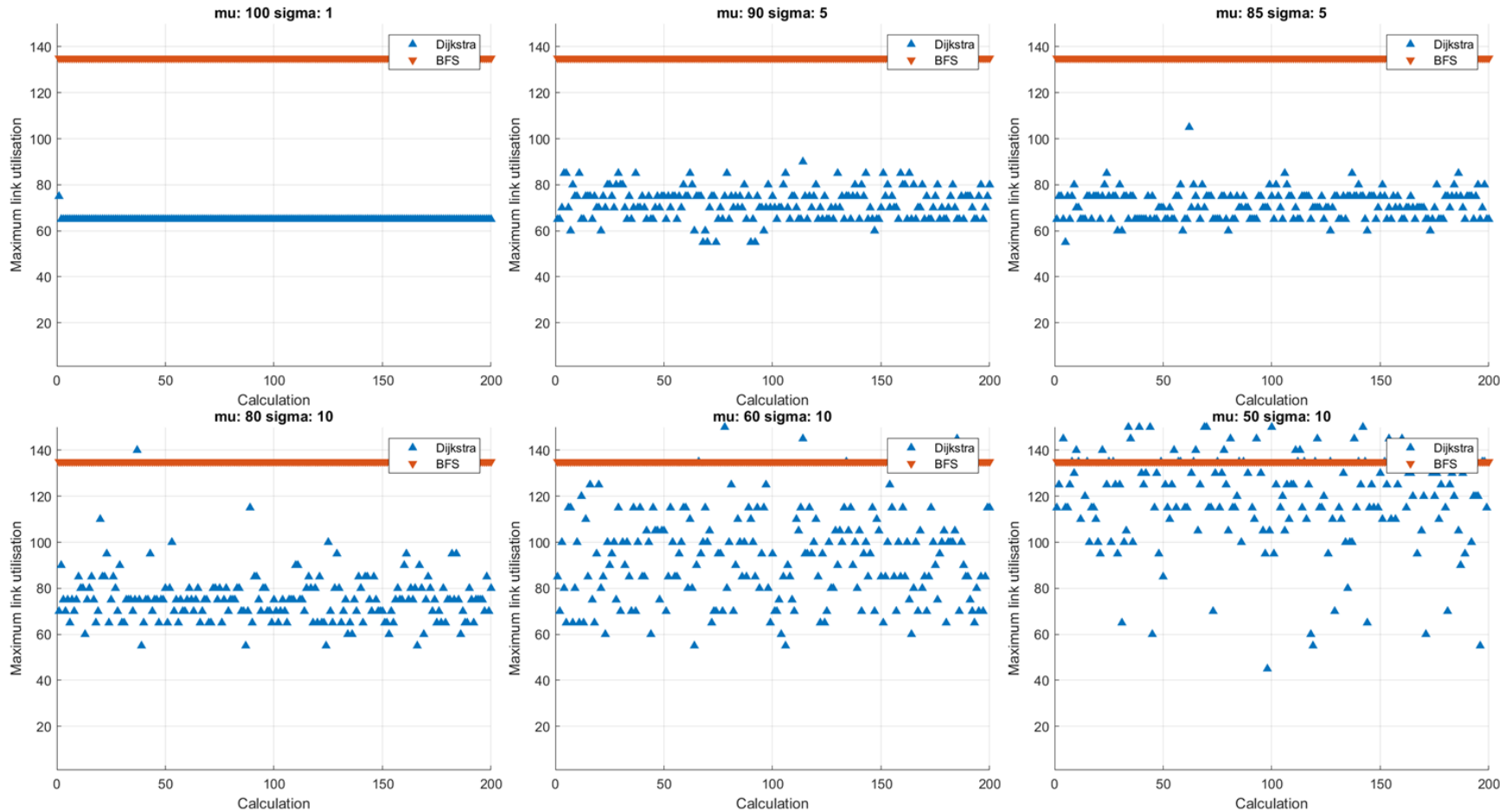
- **Maximale Bitrate $B(e)$ ist variabel**
- **Simulation besserer bzw. schlechterer Bedingungen**
- **Berechnung für unterschiedliche μ und σ (Mittelwert von $B(e)$ und Standardabweichung)**
- **Bewertung anhand der höchsten Auslastung**
- **BFS (*Breadth-First Search*)-Algorithmus für Vergleichswerte [6]**
 - **Findet immer den topologisch kürzesten Pfad**

μ	σ
100	1
95	5
90	5
85	5
80	10
70	10
60	10
50	10

Flows	From	To	Rate
f1	4,0	1,4	30
f2	4,3	0,3	20
f3	3,0	3,4	30
f4	1,1	2,3	40
f5	0,4	3,1	20
f6	2,4	4,1	20
f7	1,0	3,4	30
f8	4,3	2,0	40
f9	2,2	4,1	20
f10	2,2	0,0	20
f11	2,4	2,1	15
f12	0,3	4,0	20
f13	4,1	2,3	15
f14	3,1	1,4	30
f15	3,4	0,1	15

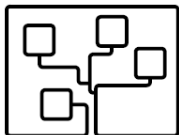
All rights reserved





Ergebnisse der Pfadermittlung:

- **Pfadoptimierungsansatz arbeitet auch bei schwankenden Werten für die maximale Bitrate**
- **Dijkstra arbeitet besser als BFS**
- **Die Schwankungen in der Auslastung nehmen ebenfalls zu**
- **Auslastung für Dijkstra unter der von BFS**



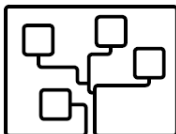
Konfiguration Wireless-Slicing:

- **Zwei Szenarien:**
 1. **Unterschiedliche RU-Größe, gleiches MCS (Modulation and Coding Scheme):**
 - **MCS = 64-QAM**
 2. **Unterschiedliche RU-Größe, unterschiedliches MCS:**
 - **RU 1 = 16-QAM**
 - **RU 2, 4, 5 = 1024-QAM**
 - **RU 3 = 64 QAM**
- **RU - Konfiguration:**
 - **RU 2, 4 und 5 → 26 Subcarrier**
 - **RU 3 → 52 Subcarrier**
 - **RU 1 → 106 Subcarrier**

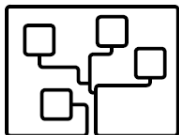
SNR	RU 1	RU 2	RU 3	RU 4	RU 5
6	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0
15	23.8	4.4	11.6	5.9	7.3
18	29.7	7.3	14.6	7.3	7.3
21	29.7	7.3	14.6	7.3	7.3
24	29.7	7.3	14.6	7.3	7.3
27	29.7	7.3	14.6	7.3	7.3
30	29.7	7.3	14.6	7.3	7.3
33	29.7	7.3	14.6	7.3	7.3
36	29.7	7.3	14.6	7.3	7.3

SNR	RU 1	RU 2	RU 3	RU 4	RU 5
6	0	0	0	0	0
9	13.2	0	0	0	0
12	13.2	0	0	0	0
15	13.2	0	8.8	0	0
18	13.2	0	14.6	0	0
21	13.2	0	14.6	0	0
24	13.2	3.6	14.6	2.4	4.9
27	13.2	12.1	14.6	12.1	12.1
30	13.2	12.1	14.6	12.1	12.1
33	13.2	12.1	14.6	12.1	12.1
36	13.2	12.1	14.6	12.1	12.1

All rights reserved

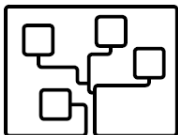


- **Ergebnisse Wireless Slicing:**
 - **Verfahren erlaubt gleichzeitige Übertragung mehrerer Clients**
 - **Ähnliche Bitraten bei geringeren SNR möglich** (Signal-to-Noise Ratio)
 - **Unterschiedliche Bitraten ebenfalls möglich**
- **Soll verwendet werden für:**
 - **Separierung von Slice-Datenströmen**
 - **Nur an Stellen an denen keine Pfadoptimierung möglich, z.B. Zugangsnetzwerk**



7 Fazit

- **Fazit der Bisheringen Arbeiten:**
 - **Übertragung der virtuellen Links → Dijkstra Algorithmus**
 - **Aufteilung der Funknetzwerkressourcen mittels OFDMA**
 - **Elaubt die optimale Übertragung und Isolation der Slice-Links auf das WMN**
 - **In Kombination mit VNF-(Re)Platzierung können die Slices dynamisch innerhalb des WMN verschoben werden**
- **Future Work:**
 - **Ansatz für optimale VNF-Platzierung**
 - **Management und Orchestrierung**

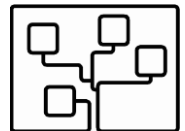


A Concept Approach for Network Slicing in Wireless Mesh Disaster Networks

Alexander Seng

seng@e-technik.org

Frankfurt University of Applied Sciences, Germany
Research Group for Telecommunication Networks



Referenzen

- [1] 5GPPP, “View on 5G Architecture: 5GPPP Architecture Working Group: Version 2.0, December 2017,”
- [2] IEEE, Ed., IEEE standard for information technology-telecommunications and information exchange between systems-local and metropolitan area networks-specific requirements: Part 11: Wireless LAN medium access control (MAC) and physical layer (PHY) specifications ; Amendment 10: Mesh networking. New York: Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2011.
- [3] G. Frick, A. Paguem Tchinda, B. Shala, U. Trick, A. Lehmann, and B. Ghita, “Requirements for a Distributed NFV Orchestration in a WMN-based Disaster Network,” *International Conference on Information and Communication Technologies for Disaster Management (ICT-DM)*, 2019.
- [4] N. An, Y. Kim, J. Park, D.-H. Kwon, and H. Lim, “Slice Management for Quality of Service Differentiation in Wireless Network Slicing,” *Sensors*, vol. 19, no. 12, 2019, doi: 10.3390/s19122745.
- [5] E. W. Dijkstra, “A note on two problems in connexion with graphs,” (in En;en), *Numer. Math.*, vol. 1, no. 1, pp. 269–271, 1959, doi: 10.1007/BF01386390.
- [6] T. H. Cormen, C. E. Leiserson, R. L. Rivest, and C. Stein, *Introduction to Algorithms, Third Edition*. Cambridge, UNITED STATES: MIT Press, 2009.

