

Masterarbeit

Skalierbarkeitsanalyse ausgewählter Internet of Things Kommunikationstechnologien in lizenzfreien Frequenzbändern

Das Internet der Dinge erreicht angefangen von Smart Metering und Grid Lösungen, über Industrie 4.0 und Automotive, bis hin zu Smart City und Environments eine breite Gruppe unterschiedlichster Anwendungsbereiche. Die Idee neuer Basistechnologien zur Vernetzung städtischer Infrastruktur, der Gebäudeverwaltung, privater und industrieller Transportwesen sowie der Energieversorgung ist nicht mehr nur Teil der Forschung und wird mehr und mehr in die Praxis überführt. Die Nachfrage nach ganzheitlichen Vernetzungslösungen ist damit größer denn je und variiert von Ansätzen zum Ausbau bestehender Infrastrukturen zur Abdeckung neuer IoT-Anforderungen bis hin zum Aufbau dedizierte IKT-Infrastruktur („grüne Wiese“).

Die große Anzahl verschiedenartiger Anwendungsdomänen geht mit einer hohen breite abzudeckender Anforderungsbereiche einher. Relevante Anforderungsdefinitionen berücksichtigten hierbei jedoch oftmals nur die Mindestanforderung für einfache Punkt-zu-Punkt Verbindungen und vernachlässigen die Wechselwirkung mit anderen Teilnehmern ganzer IoT-Flotten (1-zu-n), Gleichkanalstörern, unterschiedlichen Verkehrsklassen oder der Systemumgebung (Kanalumgebung etc.). Hierbei ist jedoch für die Leistungsfähigkeit drahtloser Vernetzungslösungen der Einfluss der gelisteten Faktoren von fundamentaler Bedeutung um insbesondere die Umsetzung notwendiger Dienstgüte für kritische Anwendungsfälle gewährleisten zu können.

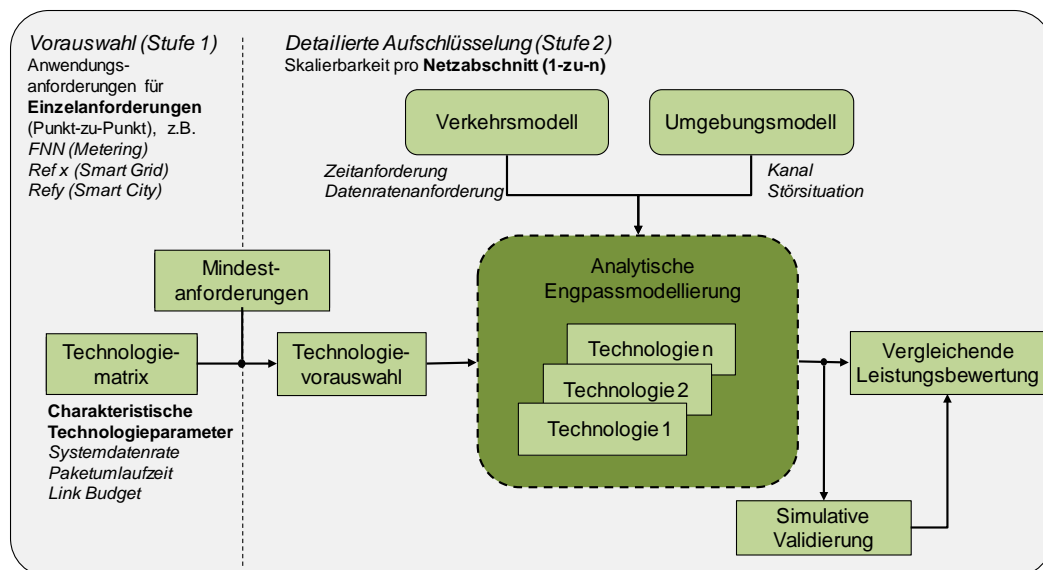


Abbildung 1: Stufenkonzept zur Umsetzung einer analytischen Engpassmodellierung für drahtlose IoT-Vernetzungslösungen

Vor diesem Hintergrund ist das Ziel dieser Arbeit die Entwicklung eines Netzplanungswerkzeugs zur Bewertung möglicher Netzengpässe unter Berücksichtigung realistischer Verkehrs- und Umgebungsmodelle. Dazu verfolgt die Arbeit ein stufenweises Umsetzungskonzept (vgl. Abb. 1) und trifft in einer ersten Stufe eine Technologievorauswahl relevanter IoT-Technologien zur Gewährleistung der Erfüllung definierter Mindestanforderungen. In der Vorauswahl positiv bewertete Technologien werden einer analytischen Engpassmodellierung unterzogen um die Leistungsfähigkeit für hochskalierte „Real World Deployments“ zu bestätigen und wertvolle Beiträge für die Netzplanung liefern zu können.

Denkbare Arbeitspunkte dieser Arbeit sind:

1. **Aufbau einer Technologiematrix für relevante Internet of Things Technologien, z.B. [1 – 3]**
2. **Ableitung von Verkehrsklassen für unterschiedliche IoT Anwendungsbereiche (geringe, mittlere und hohe Anforderungen) [10 – 11]**
3. **Berücksichtigung geeigneter Systemumgebungen (Kanaleigenschaften, Gebäudedämpfungen, aktive Inferenzsituationen)**
4. **Entwurf und Umsetzung eines analytischen Engpassmodellierungs-Werkzeugs für die vergleichende Leistungsbewertung vorausgewählter Vernetzungslösungen**
5. **Umsetzung und Validierung ausgewählter Referenzszenarien im Rahmen bestehender Simulationswerkzeuge, z.B. [6]**

Erforderliche Voraussetzungen:

- Grundverständnis von Kommunikationsnetzen und relevanter Protokolle
- Grundlegende Erfahrung in simulativer und analytischer Modellierung
- Hohes Maß an Motivation und Leistungsbereitschaft
- Programmierkenntnisse OMNeT++/Matlab /R

- [1] Raza, U., Kulkarni, P. and Sooriyabandara, M. (2017) 'Low Power Wide Area Networks: An Overview', IEEE Communications Surveys and Tutorials, 19(2), 2017.
- [2] M. Sundberg et al., Cellular Internet of Things. Oxford: Academic Press, an imprint of Elsevier, 2018
- [3] Mikhaylov, K., Petäjärvi, J. and Hänninen, T. (2016) 'Analysis of Capacity and Scalability of the LoRa Low Power Wide Area Network Technology', European Wireless 2016, pp. 119–124.
- [4] Böcker, S., Arendt, C. and Wietfeld, C. (2018) 'On the suitability of bluetooth 5 for the internet of things: Performance and scalability analysis', IEEE International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications, PIMRC, 2017–Octob, pp. 1–7.
- [5] P. Jörke, S. Böcker, F. Liedmann, C. Wietfeld, "Urban Channel Models for Smart City IoT-Networks Based on Empirical Measurements of LoRa-links at 433 and 868 MHz", In IEEE 28th Annual International Symposium on Personal, Indoor, and Mobile Radio Communications (PIMRC), Oktober 2017.
- [6] S.Böcker, P. Jörke, C. Wietfeld, "Performance Evaluation of an IEEE 802.11 Mesh-based Smart Market and Smart Grid Communication System", In IEEE International Conference on Smart Grid Communications (SmartGridComm), Oktober 2017.
- [7] Daneshgaran, F. et al. (2008) 'Saturation Throughput Analysis of IEEE 802 . 11 in the Presence of Non Ideal Transmission Channel and Capture Effects', 56(7), pp. 1178–1188.
- [8] Forum Network Technology / Network Operation in the VDE (FNN), Anforderungen an TK-Einrichtungen für den Betrieb von Messsystemen, Berlin, 2017.
- [9] GSMA, "3GPP Low Power Wide Area Technologies (LPWA)", White Paper, 2017.
- [10] R. Huang et al., "IEEE 802.16p Machine to Machine (M2M) Evaluation Methodology Document (EMD)," IEEE 802.16 Broadband Wireless Access Working Group, IEEE 802.16p-11/0014, May 2011.