

Distributed ledger technologies as backbone solution for IOT applications

Outline and Topic Proposal

Sebastian Kanz

October 4, 2019

Das Internet der Dinge (engl. IOT; Internet of Things) erhält immer mehr Einzug in das tägliche Leben. Smart-Home Lösungen, vernetzte und latenzempfindliche Connected-Cars oder die Vision einer Smart-City prägen die Forschungsarbeiten in den jeweiligen Bereichen. Ziel ist eine vollautomatische Machine-to-Machine (M2M) Abwicklung von Prozessen, um unseren Alltag zu automatisieren und zu vereinfachen. Dabei fallen eine Menge Daten an, die verarbeitet, übertragen und gespeichert werden müssen. Mit der Einführung des neuen Mobilfunk-Standards 5G und immer leistungsfähigeren Endgeräten sind Übertragung und Verarbeitung der Daten weitestgehend gesichert; bleibt die Frage offen, wo diese großen Datenmengen gespeichert und weiterprozessiert werden. Daneben erfreut sich das Thema Distributed-Ledger-Technology (DLT) immer größerer Beliebtheit: Es werden täglich neue Anwendungsfälle gefunden, die durch die verteilte Infrastruktur, der Trustless-Eigenschaft und der Dezentralität profitieren. Es bietet sich eine Untersuchung an, um zu überprüfen, inwieweit diese beiden noch recht jungen Technologien IOT und DLT Synergien besitzen und sich gegebenenfalls gegenseitig ergänzen können. Die vorliegende Masterarbeit evaluiert eine Auswahl etablierter DLTs anhand ihrer Tauglichkeit für den Einsatz im IOT-Umfeld mit Fokus auf den M2M-Bereich. Dazu wird zunächst ein IOT-Anwendungsfall erstellt, der stellvertretend für den M2M-Bereich für die weiteren Analysen verwendet wird. Anschließend werden konkrete Anforderungen aus verschiedenen Bereichen Infrastruktur, IT-Security, Performance und weiteren aufgestellt, die eine DLT erfüllen muss, um den Anforderungen des beispielhaften Anwendungsfalls gerecht zu werden. Die erstellten Kriterien werden auf eine Auswahl von DLT-Implementierungen angewandt, evaluiert und bewertet. Mit der am besten geeigneten DLT wird eine prototypische Implementierung des Anwendungsfalls vorgenommen, um die Ergebnisse aus der Anforderungsevaluierung zu überprüfen. Um den Use-Case möglichst realistisch zu simulieren werden Daten aus verschiedenen

IOT-Sensoren an die DLT übermittelt und eine M2M-Komminkation zwischen IOT-Devices via DLT erstellt. Anschließende Load-Tests geben detaillierte Informationen über die Performance. Das Ergebnis ist eine strukturierte und nachvollziehbare Bewertung mehrerer, am Markt etablierter DLTs, inwieweit diese für DLT-sinnvolle IOT-Anwendungsfälle im M2M-Umfeld geeignet sind, sowie ein DLT-basierter Prototyp angelehnt an einen realen Use-Case, der beispielhaft als Nachweis der erarbeiteten Bewertung dient.

1 Thesis

The thesis analyzed in this work is as follows:

'DLTs are suitable for being an IOT backbone solution and the non-functional requirements are independent from the actual usecase.'

2 Scope of Work - 4 Questions

In this section the essence of the proposed work is described by answering four key questions.

What is the problem you want to address in your work? There is no suitable solution for a backbone system for large-scaling, performant and secure IOT usecases where multiple distrusting parties are involved.

Why is it a problem? According to Cisco there will be more than 500 billion IOT devices connected to the internet by 2030 in many areas of our everyday lives ¹. The concept of IOT is still mostly theoretical although some usecases are already developed. To accomplish the full potential of the IOT concept a suitable backbone solution must be provided. Different vendors and service providers need a common platform for connecting their devices, services, business logic as well as their customers and establish a suitable payment solution.

What is the solution you developed in your work? In this work the common topics 'IOT' and 'DLT' are presented and classified in the OSI-model. The intersection of both topics is shown and how they might benefit from each other. An exemplary IOT usecase is developed and a detailed list of all requirements is defined. In a next step those requirements are recursively reduced to a subset of fundamental requirements that are relevant for IOT in conjunction with DLTs. Different well-established DLT-solutions are presented and evaluated against the subset of requirements to show if and how they qualify to be a backbone solution for that usecase. The best fitting DLT-solution is implemented as PoC to evaluate the earlier highlighted requirements. It is shown, that the specific DLT-solution is suitable for an IOT-usecase and can serve as a backbone solution. Furthermore it is pointed out that the non-functional requirements for DLT-suitable IOT-usecases are identical - independent from the IOT-usecase itself.

Why is it a solution? This work proves the usability of DLTs as IOT backbone solutions with an exemplary PoC. Only those parts of IOT that are suitable for being implemented on DLTs are analyzed. There are many more IOT patterns that are not fitting with DLT and might be implemented with other technologies.

¹<https://www.cisco.com/c/dam/en/us/products/collateral/se/internet-of-things/at-a-glance-c45-731471.pdf>

Furthermore the analysis drawn in this work is evaluated with a PoC implementation. Due to restrictions like practicability or time limit not all fundamental requirements needed for an IOT backbone solution could be proven by the PoC.

3 Preliminary Table of Contents

In this section the table of contents for the proposed work is described.

1. **Section 1 Einleitung**
 - a) **Subsection 1 Motivation**
 - b) **Subsection 2 Problemstellung**
 - c) **Subsection 3 Zielsetzung**
 - d) **Subsection 4 Zielgruppe**
 - e) **Subsection 5 Verwandte Arbeiten**
 - f) **Subsection 6 Aufbau dieser Arbeit**
2. **Section 2 Theoretische Grundlagen**
 - a) **Subsection 1 Einleitung DLT & IOT (Referenzen)**
 - b) **Subsection 2 Definitionen**
 - c) **Subsection 3 Abgrenzung DLT**
 - d) **Subsection 4 Abgrenzung IOT**
 - e) **Subsection 5 Schnittmenge DLT & IOT (Wann eignet sich DLT für IOT und wann IOT für DLT?)**
 - f) **Subsection 6 OSI-Referenzmodell**
 - g) **Subsection 7 Einordnung DLT & IOT ins OSI-Modell (Blockchain als Kommunikationsprotokoll?)**
3. **Section 3 [”Name des IOT-Anwendungsfalls”] (Exemplarischer IOT-Anwendungsfall)**
 - a) **Subsection 1 Beschreibung**
 - b) **Subsection 2 Zielgruppe**
 - c) **Subsection 3 Architektur / Aufbau**
 - d) **Subsection 4 Einordnung IOT-Umfeld**
 - e) **Subsection 5 ...**
4. **Section 4 Anforderungsanalyse und -evaluierung**
 - a) **Subsection 1 Anforderungsanalyse IOT-Anwendungsfall**
 - b) **Subsection 2 Anforderungsklassifizierung (Funktionale, Nicht-Funktionale, ...)**
 - c) **Subsection 3 Anforderungsevaluierung (Rekursive Reduktion des Untersuchungsraumes / Relevanz DLT-IOT)**
5. **Section 5 Marktübersicht relevanter DLTs**

- a) **Subsection 1 Übersicht**
- b) **Subsection 2 Anforderungserfüllung**
- c) **Subsection 3 Bewertung / Ranking**
- 6. **Section 6 Proof-of-Concept**
 - a) **Subsection 1 Eingesetzte Technologien**
 - b) **Subsection 2 Zu untersuchende Anforderungen**
 - c) **Subsection 3 Architektur**
 - d) **Subsection 4 Tests**
- 7. **Section 7 Diskussion**
 - a) **Subsection 1 DLT: Eignung als IOT-Backbone?**
 - b) **Subsection 2 DLT-IOT-Usecase: Technische Anforderungen immer gleich?**
- 8. **Section 8 Fazit**
- 9. **Section 9 Ausblick**
 - a) **Mehrwert gegenüber Cloud / Client-Server / ... ?**

4 Relevant Related Work

In this section, identified related work is described.

[SC18] The authors analyze many blockchain consensus algorithms for their suitability for IOT solutions. The Tangle-consensus algorithm of IOTA seems to fit best as it utilizes a DAG.

[PIH18] The authors present a decision framework for when to use blockchain technology and when not.

[Per+18] The authors analyze DAGs (namely Nxt, IOTA, Orumesh, DagCoin, Byteball, Nano and XDAG, even though some of them are only ERC20-Token) and their advantages over classical blockchain solutions. They do not describe a specific usecase or a concrete application.

work in progress

References

- [Per+18] H. Pervez et al. “A Comparative Analysis of DAG-Based Blockchain Architectures.” In: *2018 12th International Conference on Open Source Systems and Technologies (ICOSST)*. Dec. 2018, pp. 27–34. DOI: 10.1109/ICOSST.2018.8632193.
- [PIH18] Claus Pahl., Nabil EL Ioini., and Sven Helmer. “A Decision Framework for Blockchain Platforms for IoT and Edge Computing.” In: *Proceedings of the 3rd International Conference on Internet of Things, Big Data and Security - Volume 1: IoTBDS, INSTICC*. SciTePress, 2018, pp. 105–113. ISBN: 978-989-758-296-7. DOI: 10.5220/0006688601050113.
- [SC18] Mehrdad Salimitari and Mainak Chatterjee. “An Overview of Blockchain and Consensus Protocols for IoT Networks.” In: *CoRR* abs/1809.05613 (2018). arXiv: 1809.05613. URL: <http://arxiv.org/abs/1809.05613>.