

# Bosch Research

## Economy of Things – Contributions to the Community

### **„SupplyTree“: das Problem der Rückverfolgbarkeit an der Wurzel gepackt**

Lieferketten sind komplexe Konstrukte mit vielen unterschiedlichen Teilnehmern. Sowohl mittelständische Unternehmen als auch große multinationale Konzerne sind daran beteiligt. Dabei interagieren die Teilnehmer meist nur mit ihren direkten Zulieferern oder Kunden und nutzen dabei eine Vielzahl verschiedener Kommunikationsmittel: Unterschiedliche Dokumente, E-Mails, Telefone und andere standardisierte Lösungen. „Dementsprechend schwierig ist es auch, individuelle Informationen nachzuverfolgen. Also beispielsweise Produzenten bestimmter Komponenten, wie es etwa im Falle einer Rückrufaktion wichtig ist“, erklärt Matthias Günther, Industrie-Experte im strategischen Vorausbau-Projekt „Economy of Things“ (EoT) bei Bosch Research.

### **Ist Blockchain die Lösung? Nicht unbedingt!**

Außer zentralen Informationssystemen waren in den letzten Jahren vor allem dezentrale Architekturen basierend auf der Blockchain-Technologie im Gespräch. Die Idee hinter Blockchain ist folgende: Datensätze einer Lieferkette werden in einem gemeinsamen System geführt, das bei allen Teilnehmern übereinstimmt. Blockchain bildet die Datensätze in Blöcken ab. Jeder Block enthält dabei einen kryptographisch sicheren Hash des vorhergehenden Blocks. Das ermöglicht eine einfache Prüfbarkeit und Unveränderbarkeit der Datensätze, ein Vorteil der Blockchain-Technologie. „Auf der anderen Seite führt diese Mechanik zu einer hohen Redundanz und zu Problemen bei der Wahrung von Geschäftsgeheimnissen“, sagt Matthias Günther. Darum arbeitet das EoT-Team von Bosch Research an einem alternativen Ansatz. „Unser Netzwerkprotokoll, der ‚SupplyTree‘, hat Vorteile gegenüber zentralisierten und Blockchain-Architekturen“, so Günther.

Der SupplyTree ist ein lose gekoppeltes, dezentrales System, das auf Zusammenarbeit basiert. „Die Daten werden an der Quelle aufbewahrt und nur ein kryptographisches Commitment wird in der Lieferkette weitergegeben“, erklärt Software-Entwickler Dominic Wörner aus dem EoT-Team. Im Fall eines Produkt-Rückrufs beispielweise können so die zugrundeliegenden Daten angefordert werden und eine Manipulation wird erkannt. „Das heißt, die Daten werden nur bei Bedarf weitergegeben und das Unternehmen, das die jeweiligen Daten besitzt, behält auch die Kontrolle“, sagt Wörner. Durch die gemeinsame Nutzung der Daten werden diese manipulationssicher – und die Lieferkette wird durch die Verknüpfung nachvollziehbar.

### **Eine Datenstruktur wie ein Baum**

Wie der Name schon sagt, ist beim SupplyTree die Datenstruktur wie ein Baum aufgebaut: Das fertige Produkt am Ende der Lieferkette ist der Wurzelknoten (root node) des Baumes. Dieser Wurzelknoten wiederum hat mehrere feinere Wurzelstränge (child nodes), die für die unterschiedlichen Teile der unterschiedlichen Lieferanten stehen. Diese Struktur kann sich fortsetzen, bis hin zum Rohmaterial der Lieferanten an der Blattwurzel (leaf node). Jeder Wurzelstrang wächst zum nächsten, respektive zum nächsten Lieferanten und dessen Kunden. So wird der Baum von der Blattwurzel bis zum Wurzelknoten aufgebaut, wobei alle Teilnehmer der Lieferkette ihre eigenen Daten in die Struktur miteinbringen. Durch die Weitergabe der Hashwerte zwischen den verschiedenen Teilnehmern der Lieferkette kann jede Änderung der

Daten erkannt werden. „Dadurch wird die Datenstruktur unveränderlich, genauer gesagt manipulationssicher“, erklärt Günther.

### Die Wurzel des Übels finden

In der Automobilindustrie könnte der Datenstrom entlang des SupplyTree wie folgt aussehen: Das fertige Produkt ist beispielweise ein Infotainment-System, das in ein Auto eingebaut wird. Dieses Infotainment-System besteht aus verschiedenen Komponenten, die von unterschiedlichen Lieferanten entlang des SupplyTree bezogen werden. Im Produktionsprozess wandern die Komponenten entlang der Lieferkette und werden zusammengesetzt. Im Falle eines Rückrufs muss identifiziert werden, wo genau in der Lieferkette der Fehler seinen Ursprung hat. Im Falle des Infotainment-Systems könnte der SupplyTree mit drei Teilnehmern aufgebaut sein:

- ▶ Tier 2:  
Leaf node: Liefert das Steuergerät
- ▶ Tier 1:  
Child node: Baut das Steuergerät in das Infotainment-System ein und liefert es an den OEM
- ▶ OEM:  
Root node: Baut das Infotainment-System in das Fahrzeug ein

Nehmen wir an, dass das Steuergerät mit Material hergestellt wurde, das zu einem späteren Zeitpunkt als gefährlich eingestuft worden ist. Matthias Günther erklärt: „Im Falle einer Rückruf-Aktion fordert der Erstausrüster (OEM) Informationen von Tier 1 an. Tier 1 sendet die Informationen an den OEM zurück. Der OEM gleicht die Informationen mit dem Hash des Objekts ab und erkennt so mögliche Modifikationen. Danach wird die Referenz analysiert und so als Information von Tier 2 abgerufen. Der OEM gleicht dann die Information von Tier 2 mit dem Hash ab.“ Aufgrund der Hashes und Verknüpfungen zwischen den Objekten kann jede Änderung der Daten seit dem Zeitpunkt, zu dem die Hashes entlang der Lieferkette weitergeleitet wurden, erkannt werden. Durch diese Verkettung entlang des SupplyTree kann der OEM den Ursprung des Fehlers rückverfolgen und die davon betroffenen Autos zurückrufen.

Der SupplyTree ist also ein einfaches Protokoll, das Vertrauensprobleme entlang der Lieferkette löst. Es entsteht eine manipulationssichere Datenkette, die keine zentrale Instanz benötigt. Lesen Sie mehr über den SupplyTree im [Research Paper](#) von Matthias Günther und Dominic Wörner.