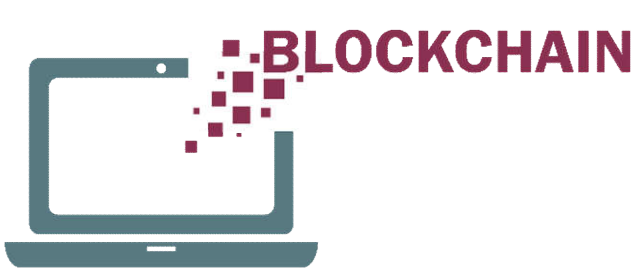
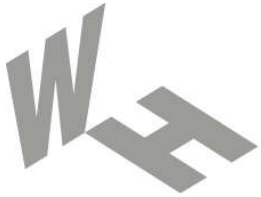




Westfälische Hochschule

Gelsenkirchen Bocholt Recklinghausen
University of Applied Sciences

BlockChain

Hype oder Trend?

Dr.
Rolf Reinema

Prof. Dr. (TU NN)
Norbert Pohlmann

SIEMENS

if(is)
internet-sicherheit.

BlockChain-Technologie
→ Inhalt

- **Übersicht**
  (Chancen, Sichtweiten, Tools)
- **Elemente, Prinzipien, Architekturen, …**
  (Daten, Transaktionen, Block, …, verteilt, Konsens, …)
- **Anwendungen**
  (Bitcoin, Smart Contracts, Diamantenhandel, …)
- **Sicherheitsherausforderungen**
  (Kryptosystem, Schlüsselspeicherung, Anzeige, …)
- **Zusammenfassung**
  (Chancen und Risiken)

- **Übersicht**
  (Chancen, Sichtweiten, Tools)
- **Elemente, Prinzipien, Architekturen, …**
  (Daten, Transaktionen, Block, …, verteilt, Konsens, …)
- **Anwendungen**
  (Bitcoin, Smart Contracts, Diamantenhandel, …)
- **Sicherheitsherausforderungen**
  (Kryptosystem, Schlüsselspeicherung, Anzeige, …)
- **Zusammenfassung**
  (Chancen und Risiken)

BlockChain → Distributed Ledger → Übersicht

- Die „**BlockChain**“ ist eine **spannende und faszinierende IT-Technologie**, die das Potential hat, Politik, Verwaltung und Wirtschaftszweige gewaltig auf den Kopf zu stellen.

- Die **BlockChain**-Technologie ist **eine Querschnittstechnologie** mit hohem **disruptiven Potenzial** für viele Wirtschaftsbereiche.
- Die **BlockChain**-basierten Systeme könnten in vielen Bereichen **zentrale Instanzen ablösen,** wie Banken, Notare oder Treuhänder.
- Das ist möglich, weil die **Validierungsalgorithmen** der **BlockChain**-Technologie, ganz ohne solche Intermediäre, die **Vertrauenswürdigkeit der aufgezeichneten Transaktionsdaten garantieren**.
- Die **BlockChain**-Technologie macht IT-Systeme **effektiver** und **sicherer** ***in bestimmten Bereichen und Situationen***.

BlockChain Konzept
→ Unterschiedliche Sichtweisen

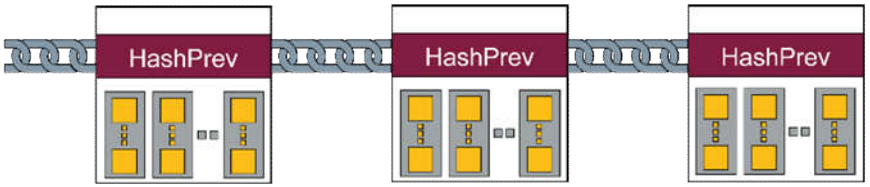
- Für einen **Informatiker** ist die **BlockChain** eine **einfache Datenstruktur**, die Daten sind in einzelnen „Blöcken“ verkettet und in einem ***verteilten Netz*** **redundant** (mehrfach) verwaltet.
  Die Alternative wäre z.B. eine konventionelle Datenbank.

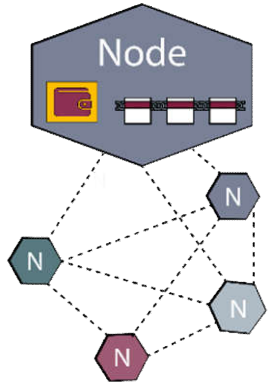
- Für die **IT-Sicherheitsexperten** hat die **BlockChain** den Vorteil, dass die **Daten** in den einzelnen „Blöcken“ **manipulationssicher gespeichert** werden können, das heißt, die Teilnehmer an der **BlockChain** sind in der Lage,
  → die **Echtheit**,
  → den **Ursprung** und
  → die **Unversehrtheit der gespeicherten Daten** zu überprüfen.
  Die Alternative wäre z.B. ein PKI-System.

- Für den **Anwendungsdesigner** bedeutet die Nutzung der **BlockChain**-Technologie eine **vertrauenswürdige Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Organisationen**.
  Die Alternative wäre z.B. ein kostenintensiver Treuhänder.

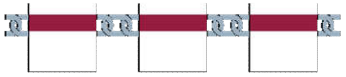
BlockChain
→ Verteilte Datenbank/Collaboration-Tool

BlockChain



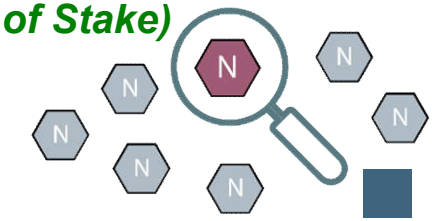


- **BlockChains**
  - sind **fälschungssichere**, *kryptographische Verfahren (Hashfunktionen / Public-Key-Verfahren)*
  - **verteilte**, **redundante** Datenstrukturen *Vielzahl von Teilnehmern gespeichert (jede Note hat die Blockchain gespeichert)*
  - in denen **Transaktionen in der Zeitfolge protokolliert** *Art der Verkettung (HashPrev)*



  - **nachvollziehbar**, **unveränderlich** und *jeder kann Kryptographie überprüfen (Hashwert, Signatur)*

  - **ohne zentrale Instanz** abgebildet sind. *geeignete Konsensfindungsverfahren (Proof of Work, Proof of Stake)*



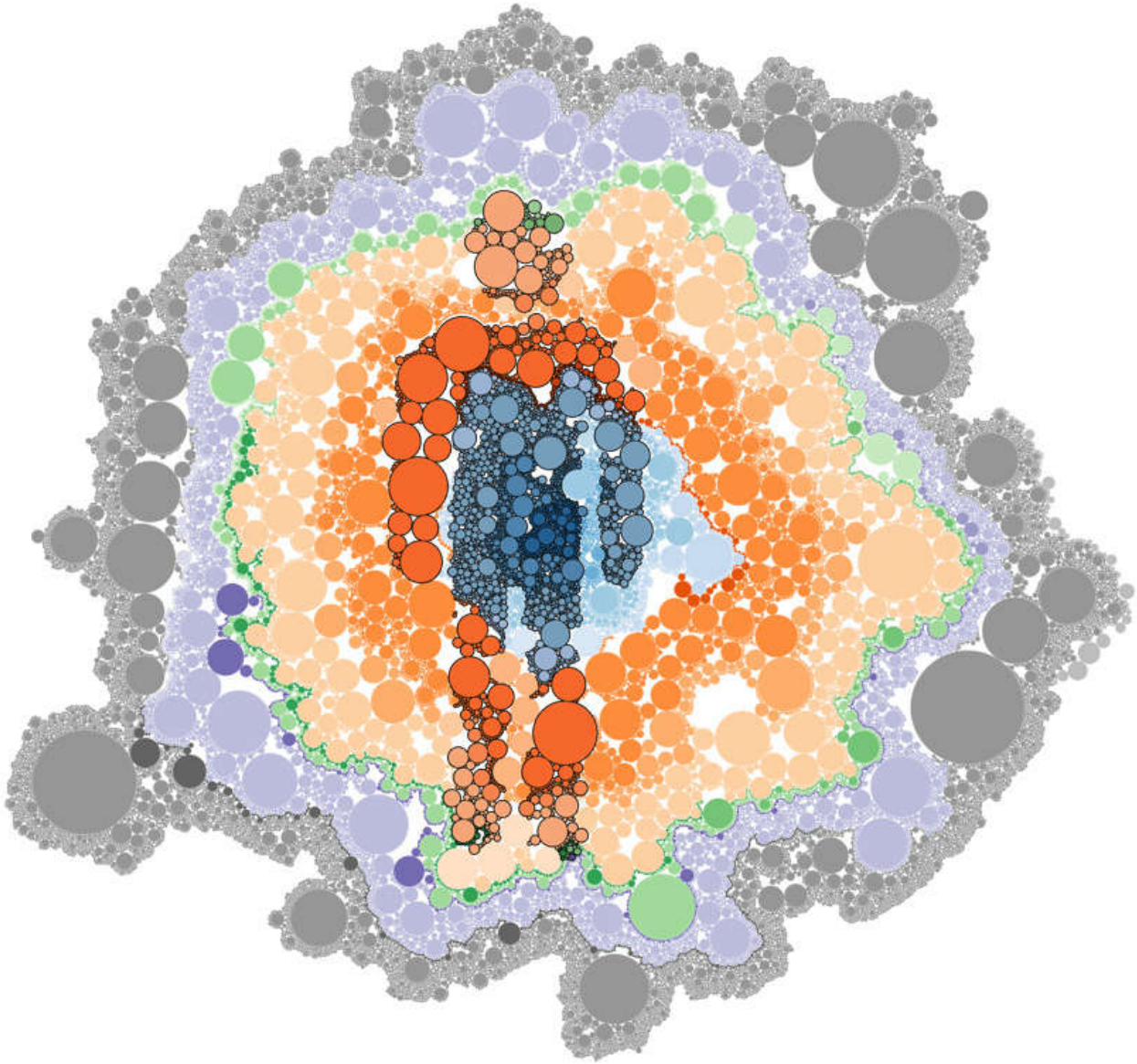
BlockChain → „programmiertes Vertrauen“

BlockChain-Technologie
→ Das „Internet der Werte“

- **BlockChain-Technologie**
  - Lassen sich **Eigentumsverhältnisse** (digital Assets)
  - **direkter** und **effizienter** als bislang **sichern** und **regeln**,
  - da eine **lückenlose** und **unveränderliche Datenaufzeichnung** hierfür die Grundlage schafft.
  - Alle **Beglaubigungsprozesse** werden *schneller*, sicherer und *billiger*.

BlockChain → „Internet der Werte“

BlockChain-Technologie
→ Diskussion „Übersicht“

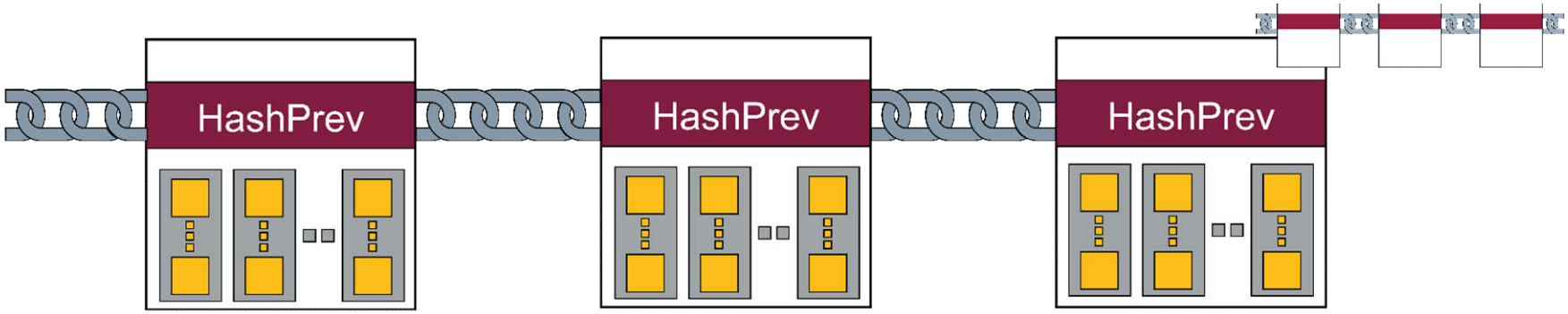


BlockChain-Technologie
→ Inhalt

- **Übersicht**
  (Chancen, Sichtweiten, Tools)
- **Elemente, Prinzipien, Architekturen, …**
  (Daten, Transaktionen, Block, …, verteilt, Konsens, …)
- **Anwendungen**
  (Bitcoin, Smart Contracts, Diamantenhandel, …)
- **Sicherheitsherausforderungen**
  (Kryptosystem, Schlüsselspeicherung, Anzeige, …)
- **Zusammenfassung**
  (Chancen und Risiken)

BlockChain
→ Element: Daten

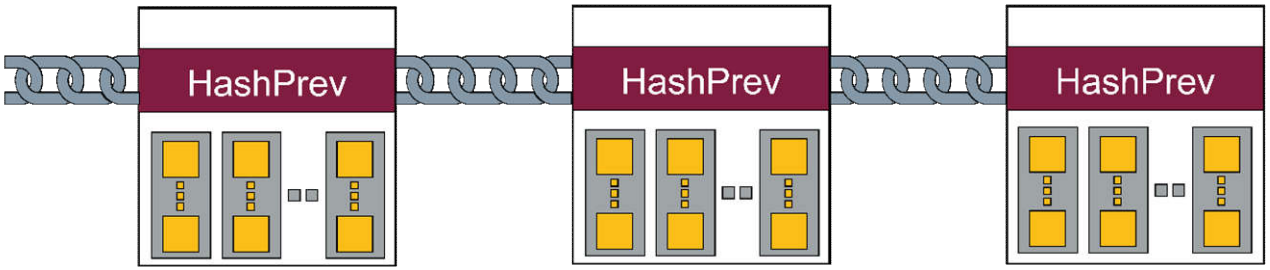
- Die **BlockChain** ist eine **einfache Datenstruktur**



- **Daten** werden in einzelnen, chronologisch **miteinander verketteten Blöcken** als **Transaktionen** **verwaltet**.
- Die **Daten** werden vor **Manipulationen gesichert** in der **BlockChain** gespeichert (siehe **Transkationen**)!
- Die **BlockChain** ist bei jeder Node und damit verteilt und redundant vorhanden, d.h. es besteht eine sehr hohe Verfügbarkeit der Daten.
- Eine **BlockChain** kann sehr groß sein
(z.B. Bitcoin etwa **146 G Byte** – Stand: Dezember 2017)

BlockChain
→ Element: Block

- Ein **Block** in einer **BlockChain** ist ein strukturierter Datensatz, der beliebige **Transaktionen** *mit* ***Daten*** enthalten kann.



- **Block Header** sorgt für die **Verkettung** der Blöcke
- **HashPrev**: ***Hashwert*** des Vorgängerblocks

Block Header

4 Byte	Version
4 Byte	HashPrev
32 Byte	Merkle Root Hash
4 Byte	Timestamp
4 Byte	Difficulty
4 Byte	Nonce

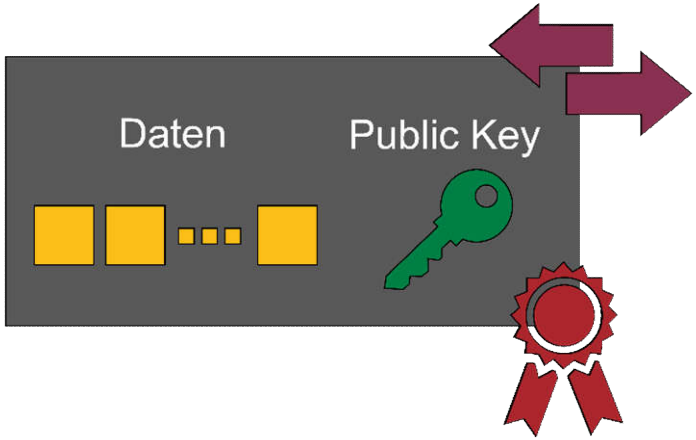
Block

4 Byte	Magic Number
4 Byte	Blocksize
160 Byte	Block Header
1 – 9 Bit	Transaktionszähler
variabel	Transaktion 1
variabel	…
variabel	Transaktion n

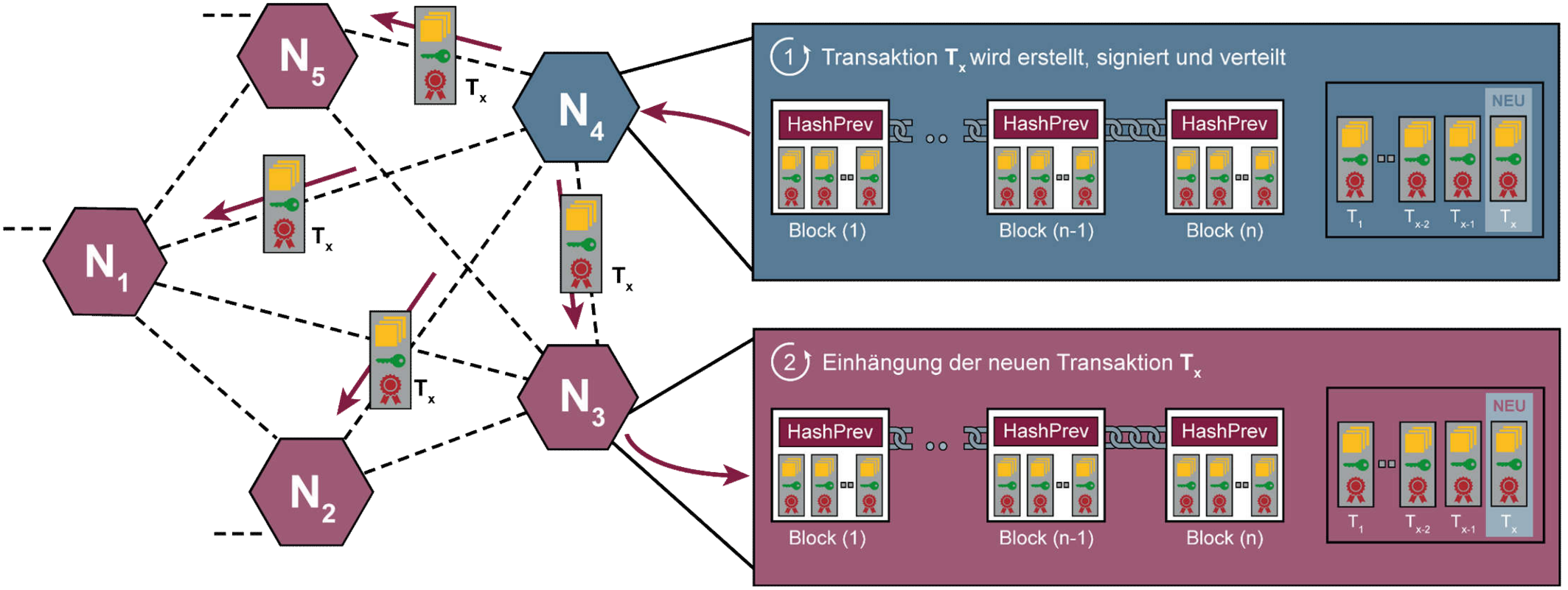
- Die Transaktionen in einem **Block** werden mit einem Hashwert geschützt (**Merkle Root Hash**).

BlockChain
→ Element: Transaktion (1/2)

- **Transaktionen** enthalten **Daten**, die in der Zeitfolge protokolliert (chronologisch), nachvollziehbar, unveränderlich und ohne zentrale Instanz abgebildet sind.
- Die **Daten** können *Kontostände,* **Werte**, *Attribute,* **Quelltexte**, *Merkmale*, usw. (allgemein: **digital Assets**) sein
- Eine **Transaktion** enthält auch immer den **Public-Key (Adresse) der Node**, der die **Transaktion** erstellt und signiert hat.
- Jede **Transaktion**, die hinzugefügt werden soll, muss zunächst **mit dem Private-Key aus der Wallet signiert** und an alle Nodes **über das P2P-BlockChain-Netzwerk gesendet** werden.
- **Jede Node** im P2P-**BlockChain**-Netzwerk **kann die Identität** der Node, welche die **Transaktion** erstellt und abgesendet hat, und den Inhalt der **Transaktion verifizieren**.

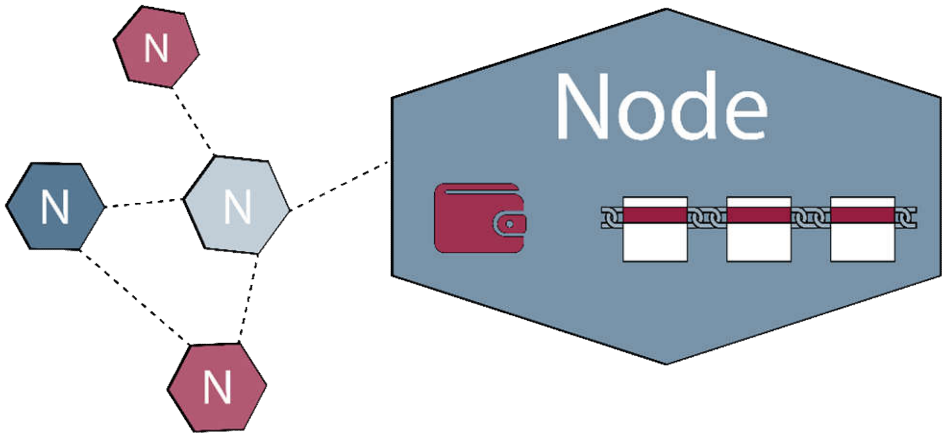


BlockChain
→ Element: Transaktion (2/2)



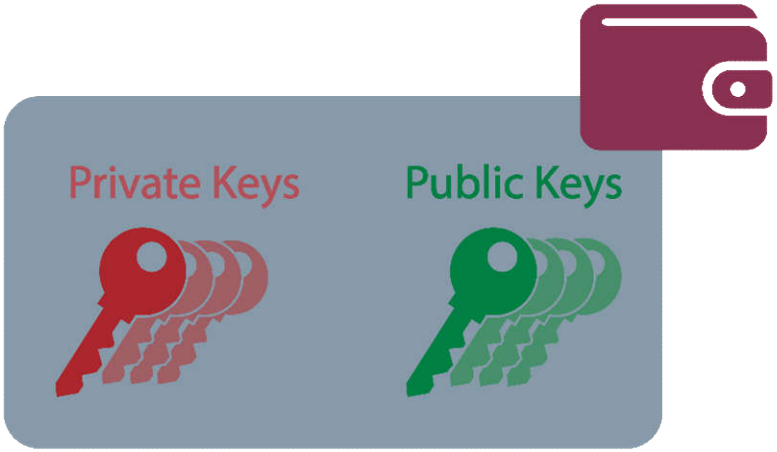
BlockChain
→ Element: Node

- Jeder, der an der „**BlockChain**“ teilnimmt, wird als „**Node**“ beziehungsweise „Teilhaber“ bezeichnet.
- Jede Node erhält eine **aktuelle Kopie** der **BlockChain,** die fortlaufend aktualisiert wird.
- Jede Node, die zu einer „**BlockChain**“ gehört, falls diese nicht eingeschränkt ist, hat im Prinzip die gleichen Rechte, die **BlockChain** zu speichern und neue Blöcke hinzuzufügen (validieren).
- Eine Node kann eine **Wallet** haben und **Transaktionen** mit **Daten** erstellen, signieren und im Peer-to-Peer-**BlockChain**-Netzwerk verteilen.



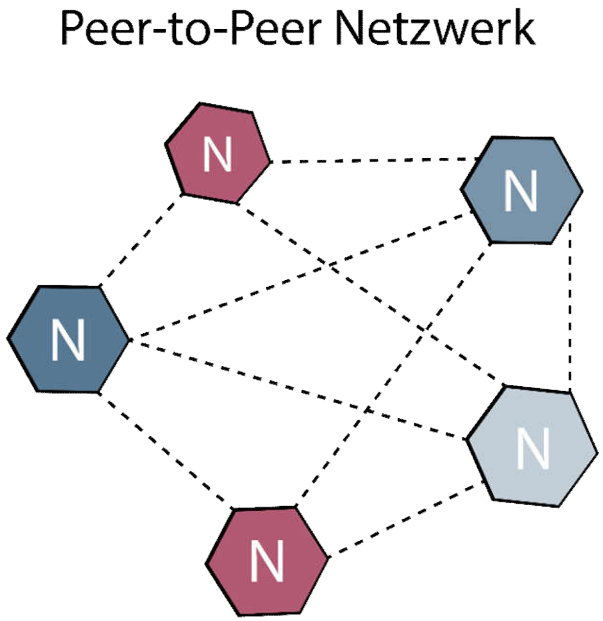
BlockChain
→ Element: Wallet

- **Eine Node kann über eine „Wallet“ verfügen** (siehe auch später).
- Eine **Wallet** ist dabei eine Datenstruktur, in der die eigenen **Private- und Public-Keys** ***sicher*** gespeichert sind.
- Aus dem Public-Key wird mit Hilfe einer Funktion die **eindeutige Kennung (Adresse)** berechnet.
- Mit dem **Private-Key** wird eine **Transaktion** signiert.
- Mit Hilfe des **Public-Keys** ist es möglich, zu **verifizieren**, dass die **Transaktionen** **von einer bestimmten „Node“** erstellt wurden.



BlockChain
→ Prinzip: Keine „zentrale Instanz“

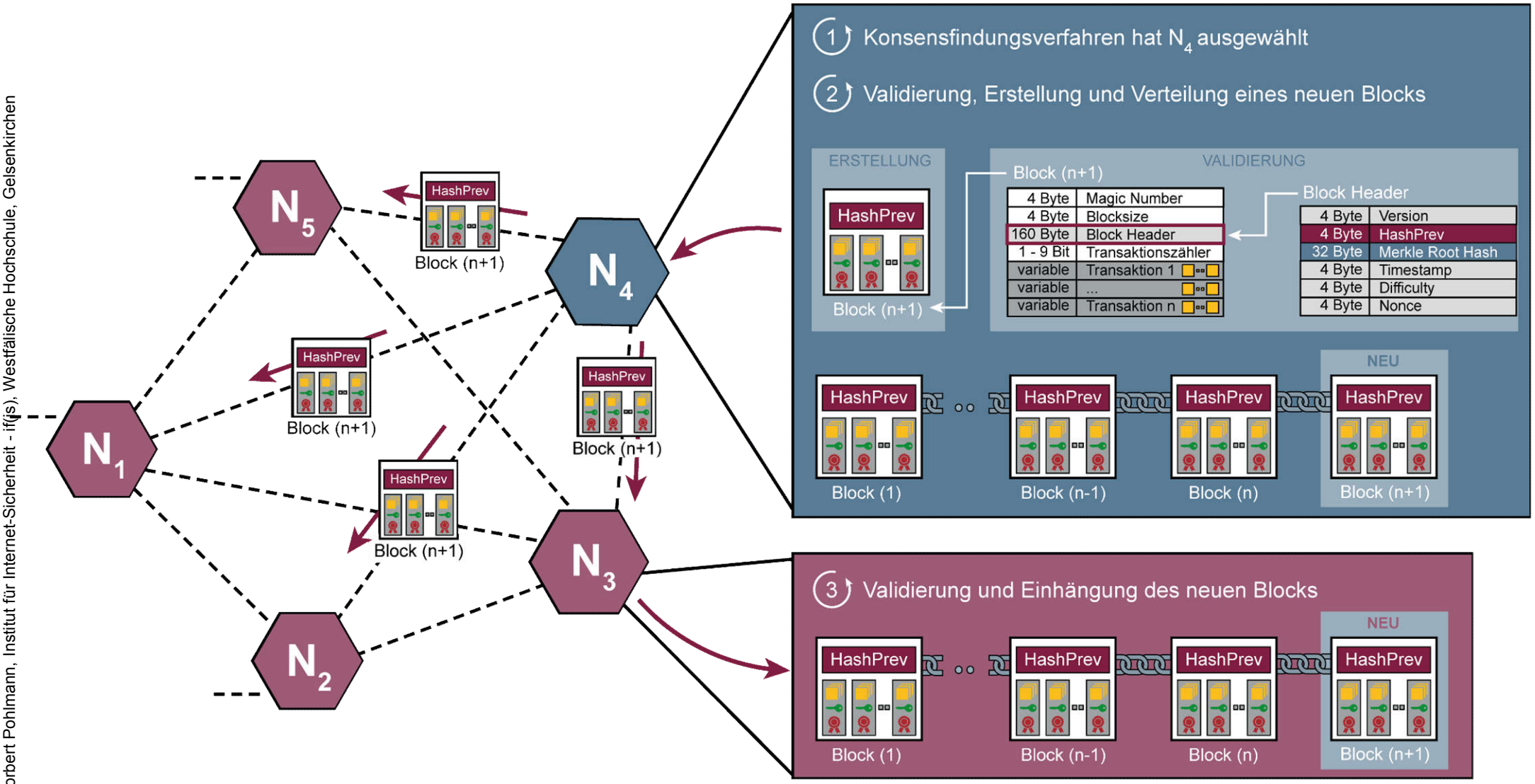
- Eine **BlockChain** besitzt keine „zentrale Instanz“, sondern ist auf all ihren Nodes (Teilhabern) in einem Peer-to-Peer-**BlockChain**-Netzwerk verteilt.
- Jeder kommuniziert zum Beispiel über das Internet direkt miteinander.
- Damit gibt es **keinen „Single Point of Failure“** mehr und Logs beziehungsweise Backups müssen nicht besonders berücksichtigt werden, da die Datenstruktur (**BlockChain**) sich selbst regeneriert *(sehr hohe Verfügbarkeit und Ausfallsicherheit).*



BlockChain
→ Validierung von neuen Blöcken (1/2)

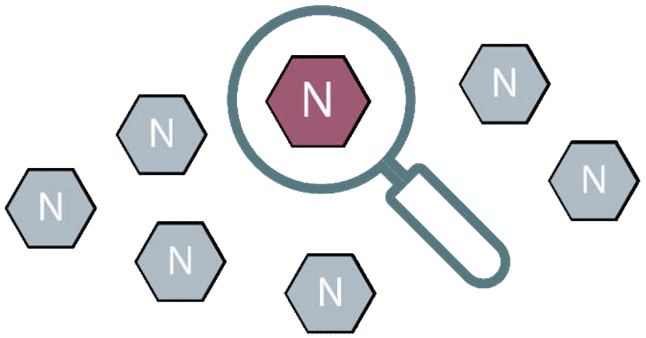
- Alle **Transaktionen** werden von den entsprechenden „Nodes“ signiert, die für die **Daten** verantwortlich sind und an alle anderen Nodes über das Peer-to-Peer-Netzwerk verteilt.
- Ein **Konsensfindungsverfahren** bestimmt, welche Node einen neuen Block validieren und an die **BlockChain** „hängen“ darf.
- Diese Node überprüft, ob die **Transaktionen** von **Semantik** und **Syntax** her richtig sind und ob die **digitalen Signaturen** des Initiators der **Transaktionen** mit der **Adresse** übereinstimmen.
- Dann wird ein neuer Block generiert (Hashwerte – HashPrev und Merkle Root Hash) und an alle Nodes verteilt. Jede Node hat dadurch jederzeit eine **Kopie** der aktuell gültigen **BlockChain**.
- Dieses Prinzip des **Distributed Consensus** macht die Konsistenzprüfung der **Transaktionen** vollkommen unabhängig von einer einzelnen vertrauenswürdigen Instanz. Für die Herstellung des Konsenses gibt es verschiedene Verfahren.

BlockChain
→ Validierung von neuen Blöcken (2/2)



BlockChain
→ Konsensfindungsverfahren

- Das Konsensfindungsverfahren hat die Aufgabe, eine **Node auszuwählen**, die einen Block in die **BlockChain** hinzufügen soll.



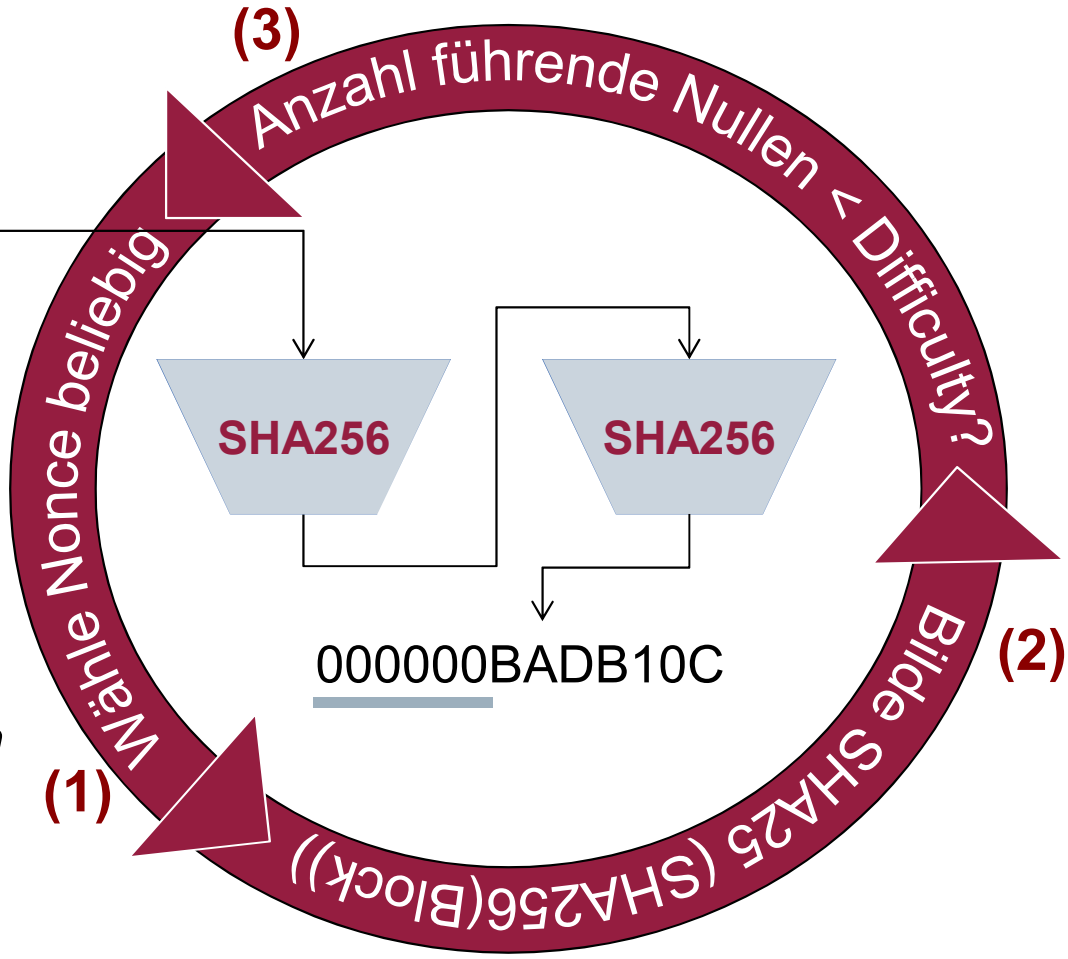
- Es gibt unterschiedliche Methoden
  - **Proof of Work (PoW)** → „Miner“
    - Aktuelle gebräuchlichste Methode, z.B. bei Bitcoin
    - Lösung eines mathematischen Problems → alle gleichberechtigt (siehe nächste Folie)
  - **Proof of Stake (PoS)**
    - Es werden Nodes gewählt, die nachweislich ein großes Interesse an einer stabilen und sicheren **BlockChain** (sehr viele **Transaktionen**, sehr viele Coins, …)
  - **Alternativen**
    - „Byzantinische Fault Tolerance“-Verfahren
    - …

Mining (Proof of Work)
→ Gewinnen der Challenge

Mining dient als „Proof-of-Work“ und ist bei „Bitcoin“ die einzige Möglichkeit, Bit**coin** zu erzeugen.

Block Header

4 Byte	Version
4 Byte	HashPrev
32 Byte	Merkle Root Hash
4 Byte	Timestamp
4 Byte	Difficulty
4 Byte	Nonce



Challenge
Ist die ***Anzahl der führenden Nullen*** größer oder gleich der ***Difficulty***, gilt der Block als geschürft und wird im P2P-Netzwerk verteilt.

Der Miner, der die Challenge als erstes löst, darf den neuen Block mit den neuen **Transaktionen** abschließen und zu der **BlockChain** hinzufügen.

BlockChain
→ Bewertung „Mining“

- **Die Challenge kostet sehr viel Energie**:
  - 2,8 Mio. US-Dollar pro Tag (Stromkosten)
  - 1,3 Giga-Watt
  - das sind ca. 10 US-Dollar pro **Transaktion**

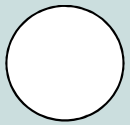
- Solange eine **Node nicht die Mehrheit an Miner-Kapazitäten besitzt** (mehr als 51%), ist das Mining-Prinzip robust und nicht zu kompromittieren.

- **Der Zeitauswand der Validierung ist sehr hoch.**

- Der Schwierigkeitsgrad des Minings wird immer so angepasst, dass die Rechenkapazität des gesamten Netzwerkes gerade so groß ist, dass rein statistisch **alle zehn Minuten** ein Miner **eine Lösung** findet.

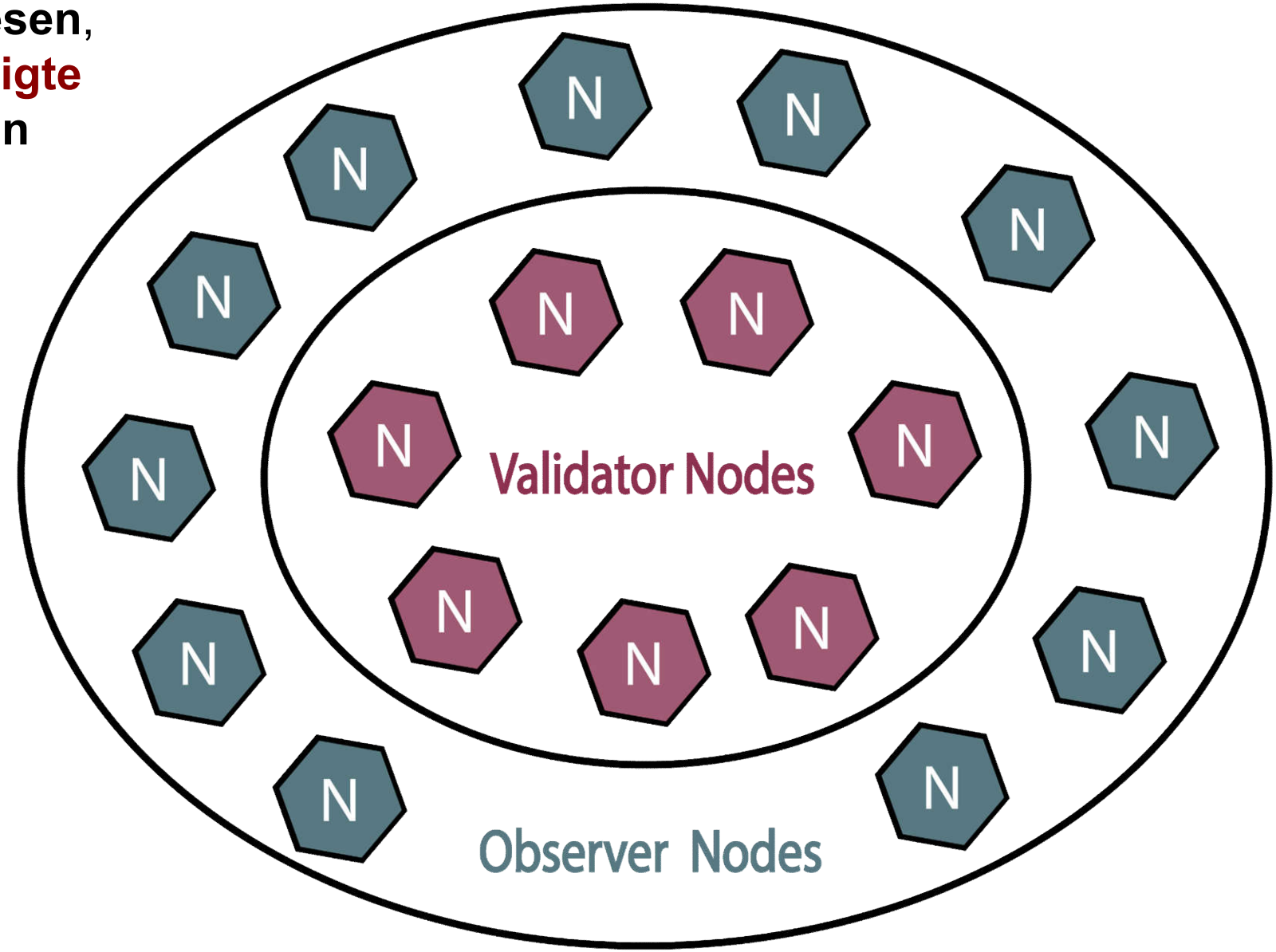
BlockChain

→ Berechtigungsarchitektur

Zugriff	Validierung: Permissionless	Validierung: Permissioned
Public	„Jeder darf lesen und validieren“ 	„Jeder darf lesen, nur Berechtigte validieren“ 
Private	„Nur Berechtigte dürfen lesen und jeder darf validieren“ 	„Nur Berechtigte dürfen lesen und validieren“ 

BlockChain
→ Moderne Umsetzungsarchitektur

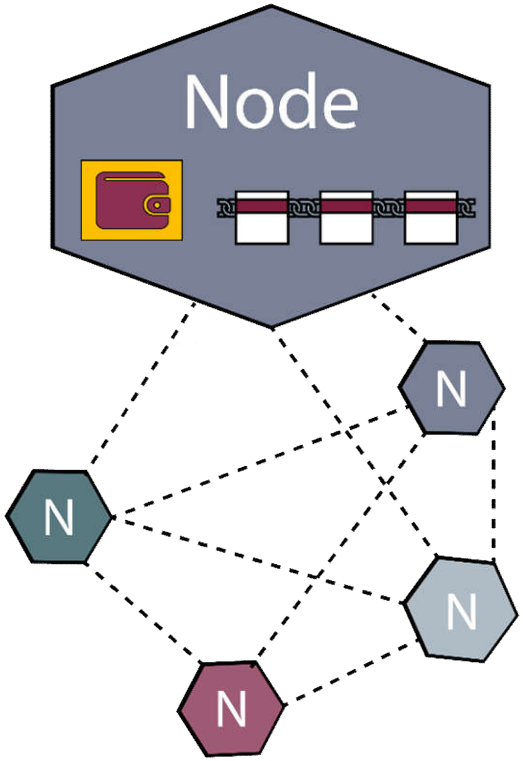
Jeder darf **lesen**,
nur **Berechtigte**
validieren



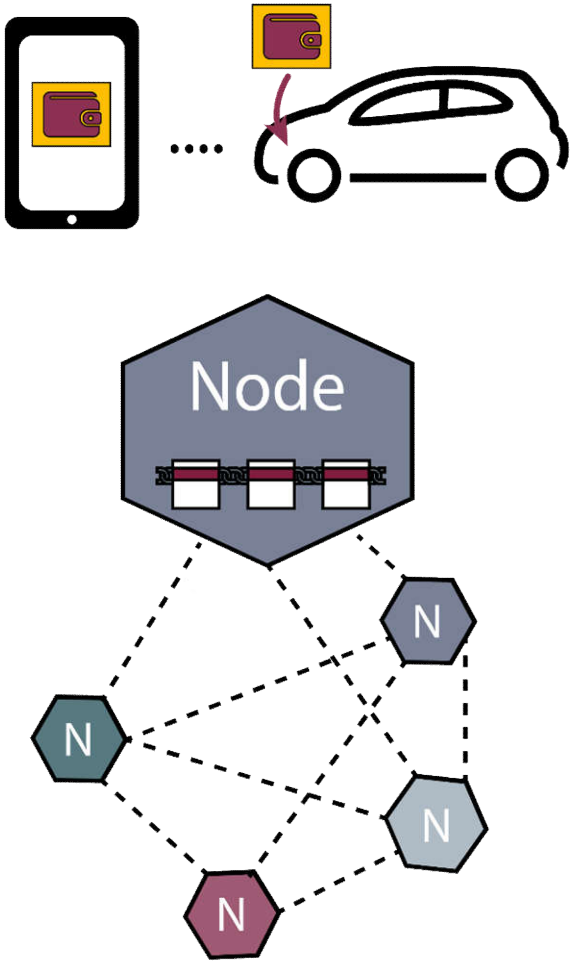
BlockChain

→ Verschiedene Arten von Nodes/Wallets

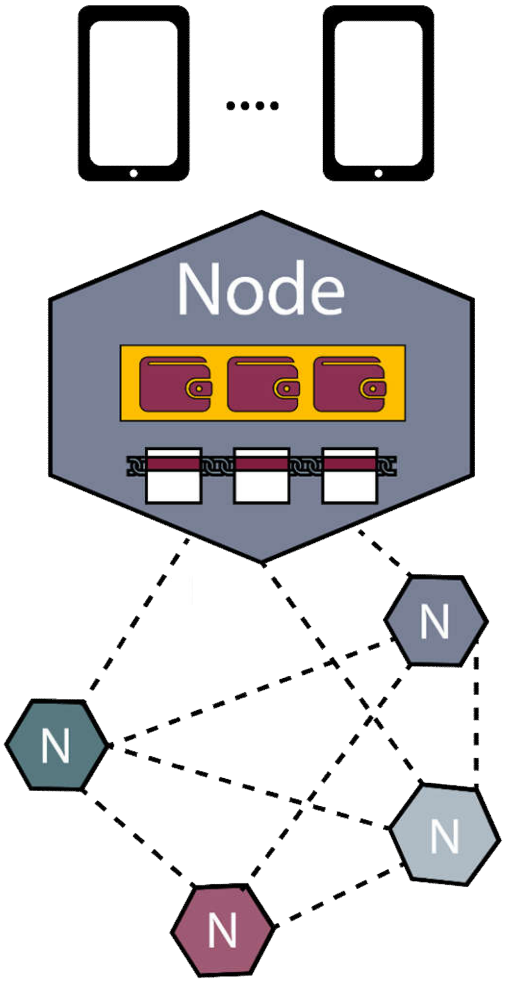
Full Node



Light Node



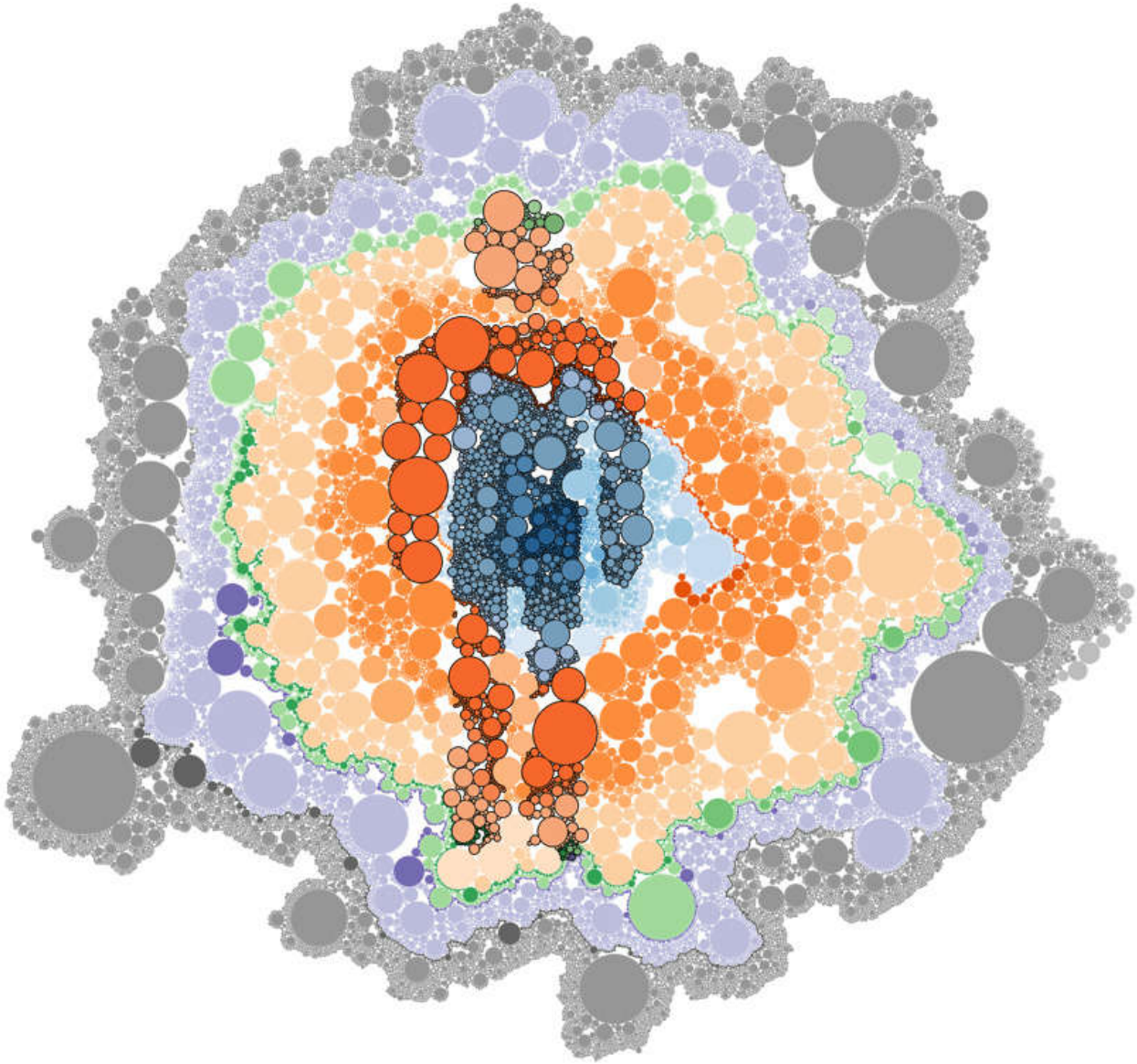
Service Node



Sicherheitsmodul: TPM, Smartcard, High-Level-SM

BlockChain-Technologie

→ Diskussion „Prinzipien, Architekturen, …“

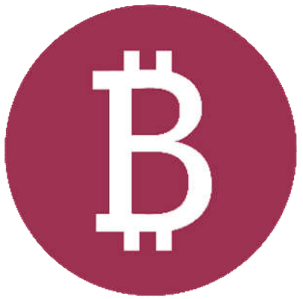


BlockChain-Technologie
→ Inhalt

- **Übersicht**
  (Chancen, Sichtweiten, Tools)
- **Elemente, Prinzipien, Architekturen, ...**
  (Daten, Transaktionen, Block, …, verteilt, Konsens, …)
- **Anwendungen**
  (Bitcoin, Smart Contracts, Diamantenhandel, …)
- **Sicherheitsherausforderungen**
  (Kryptosystem, Schlüsselspeicherung, Anzeige, …)
- **Zusammenfassung**
  (Chancen und Risiken)

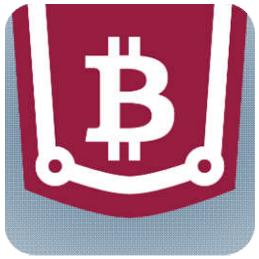
BlockChain Anwendungen
→ Krypto-Währung: Bitcoin

- **Idee:**
  - Bitcoin ist eine **Internetwährung**, die verteilt, dezentral und unabhängig von einer Zentralbank ein **globales Zahlungsnetzwerk** zur Verfügung stellt.



- **Verfahren:**
  - Die Funktionsweise des **Bitcoin-System**s stellt sicher, dass es in ein paar Jahrzehnten maximal 21.000.000 Bitcoins weltweit geben wird.
    → Die Node, die beim Mining gewonnen hat, bekommt 12,5 Bitcoins als Belohnung – Stand 2017
  - Jede Person hat eine **Wallet** und der ***Public-Key*** entspricht der ***Kontonummer***. Mit dem Private-Key werden **Transaktionen** signiert, um **Guthaben** auf diesem Bitcoin-Konto an eine andere Adresse zu überweisen (*public permissionless Blockchain*).

- **Herausforderungen:**
  - Gesetzliche Grundlage, schwankender Kurs (Zahlungssystem), globale Souveränität, …



(Ein Bitcoin = 6.538 €, 16,65 Mio. Bitcoins, 108 Mrd. € Kapitalisierung – 05.11.17)

BlockChain Anwendungen
→ Smart Contracts

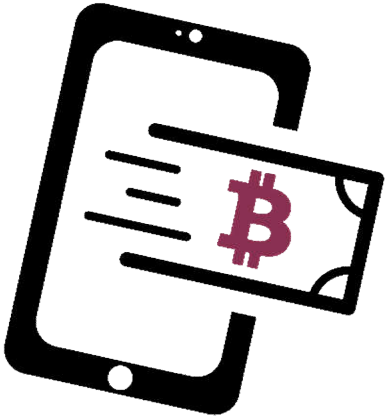
- **Idee:**
  - Automatische Umsetzung von Verträgen.

- **Verfahren:**
  - Programmierbare Verträge werden durch einen **Quelltext** (ausführbarer Programmcode) definiert und bei zuvor festgelegten Bedingungen automatisch auf **BlockChain** ausgeführt.
  - Smart Contracts stellen eine Kontroll- oder Geschäftsregel innerhalb eines technischen Protokolls dar.

Beispiel:

- Ein geleastes Auto startet nur, wenn die Leasingrate eingegangen ist.
- Eine entsprechende Anfrage des Autos an die **BlockChain** würde genügen.

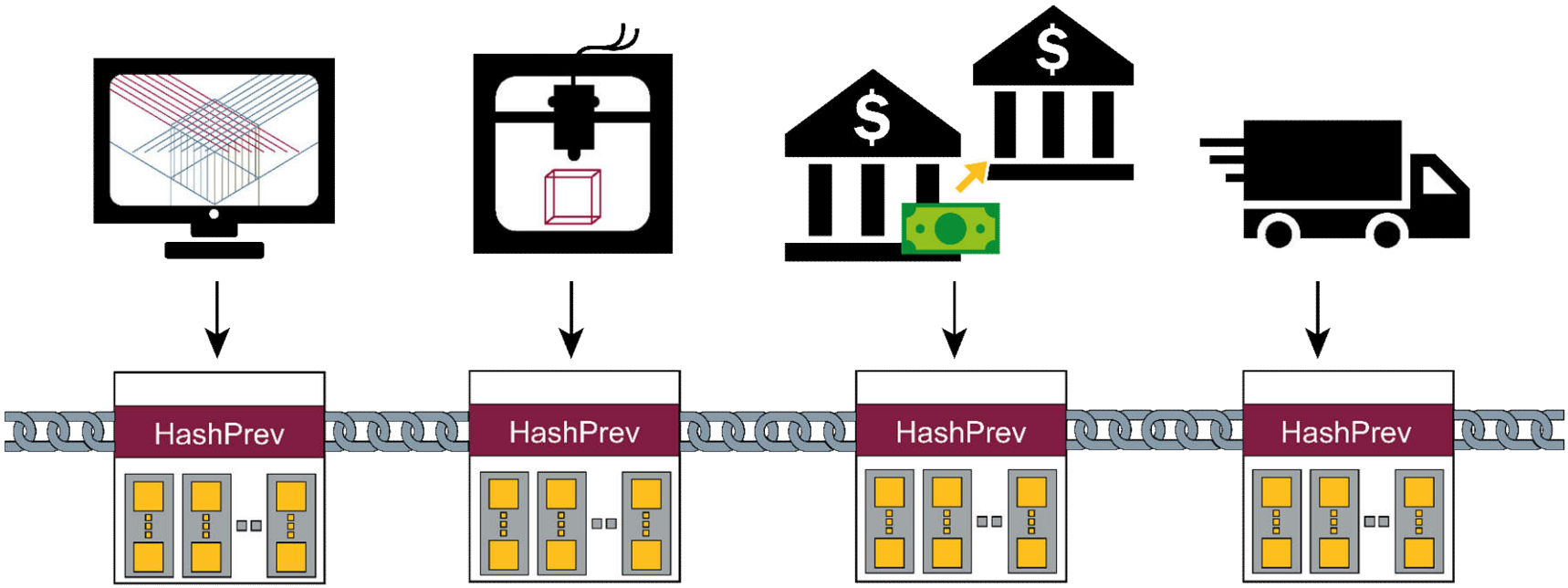
BlockChain Anwendungen
→ Geld- und Wertpapiertransfer: USC



- **Idee:**
  - Eine **digitale Währung** (Utility Settlement Coin – USC), die für den Handel an der Börse mit dem Ziel genutzt werden soll, Clearinggesellschaften zu ersetzen *(**UBS**, Deutsche Bank, Santander, BNY Mellon, Icap).*
- **Hintergrund:**
  - Die Transaktionskette bei einem Wertpapierhandel z.B. mit einer Aktie, bis diese komplett in den Besitz des Käufers übertragen wurde, ist sehr komplex.
  - Auch wenn der Aktienhandel eigentlich in Sekundenschnelle abläuft, benötigt die vollständige Abwicklung dahinter bislang noch rund zwei Tage.
- **Verfahren:**
  - Das **Geld** und **Wertpapiere** werde sofort durch einen neu hinzugefügten Block ausgetauscht (*private permissioned Blockchain*).
  - Smart Contracts regeln dabei die automatische Überweisung der USC des Käufers an den Verkäufer.

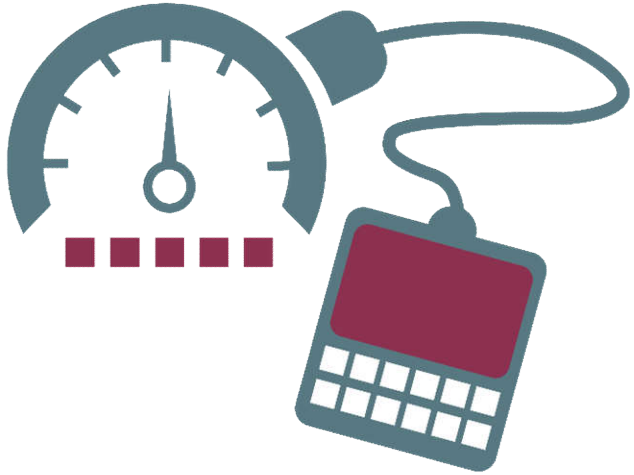
BlockChain Anwendungen
→ Supply Chain

- **Idee:** Automatische Produktions-, Bezahl- und Lieferkette.
- **Ablauf**
  - Nach der Bestellung wird die **Konstruktion** des gewünschten Teils an die **BlockChain** gesendet (one time use only)
  - **Produktion:** Das Teil wird gedruckt (pay per use)
  - Nach dem Druck läuft die **Zahlung** automatisch.
  - Das gedruckte und bezahlte Teil ruft den **Versanddienst** automatisch.



BlockChain Anwendungen
→ Manipulationssicherheit von Tachometern

- **Idee:**
  - Das Manipulieren von Tachometern bei Autos erkennen und Schaden daraus verhindern.



- **Verfahren:**
  - Wird ein Auto gestartet, wird eine **Transaktion** vom Auto (mit Kennzeichen – **Motornummer**, …) mit dem **Kilometerstand** an die „**BlockChain**“gesendet und dort unveränderlich in der richtigen Zeitfolge protokolliert.
  - **So kann über die Zeit die Transaktion auf Plausibilität überprüft werden.**
  - Eine Manipulation, z.B. durch das Rücksetzen des Kilometerstands wird dadurch erkennbar und verhindert einen Schaden für den Käufer.

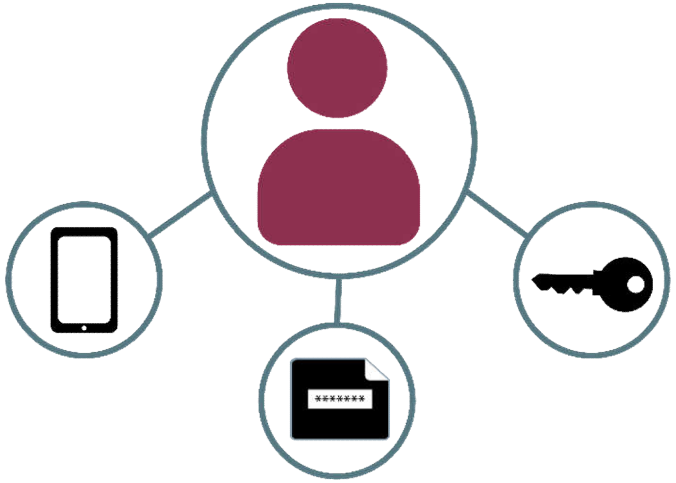
BlockChain Anwendungen
→ Elektronische Auktion

- **Idee:**
  - Einfache und sichere Auktion

- **Verfahren:**
  - Die **BlockChain** fungiert als eine private Handelsplattform.
  - Es können **Anfangsgebote für Objekte** durch Auktionäre gesetzt werden.
  - Interessierte können ihre Gebote einspielen.
  - Alle können immer den Verlauf der Auktion in der **BlockChain** beobachten.
  - Nach der Auktion wird die **BlockChain** geschlossen
  - …

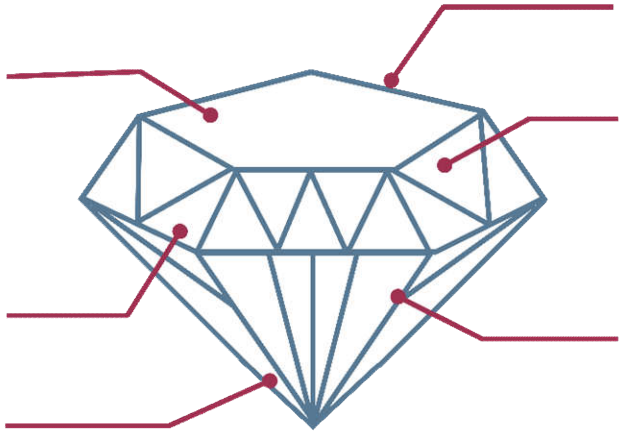
BlockChain Anwendungen
→ Identity Management

- **Idee:**
  - Die **Identität** wird von jedem **Nutzer selber verwaltet**.
  - Identifikation von **Geräten im IoT** oder Identity & Access Management von Mitarbeitern im **Unternehmensumfeld**.



- **Verfahren:**
  - Eine bei Nutzer und Diensten etablierte „**ID“- BlockChain“** bietet die Möglichkeit eines echten „**Bring Your Own Identity**“
  - Neuartiger Identitätsstandard, in denen der Nutzer selbst die vollständige Kontrolle über seine **persönlichen Daten** hat und souverän deren Weitergabe entscheidet.

BlockChain Anwendungen
→ Diamantenhandel

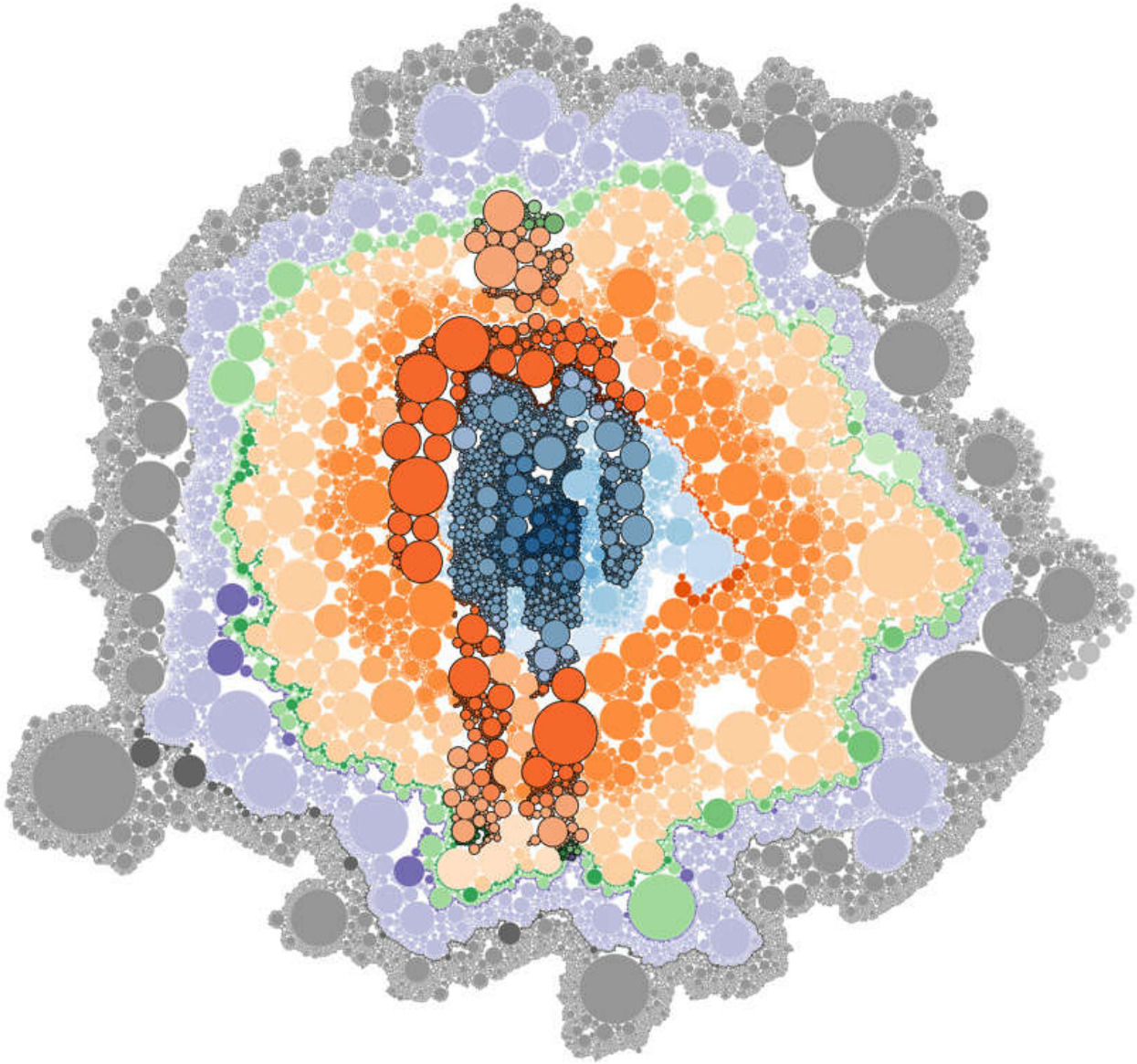


- **Idee:**
  - Fälschungen von Diamanten aufdecken
  - Betrüger von Diamanten entlarven

- **Alle Diamanten werden „zertifiziert“** (beglaubigt)**.**
  - Was für eine Qualität des Diamanten vorliegt.
  - **Mehr als 40 Merkmale** zeichnen einen Diamanten aus.
  - **+ Informationen über dem Besitzer**

- **Ablauf und Zahlen**
  - Wird ein Diamant von Person A an Person B verkauft, wird an die **BlockChain** einfach ein neuer Block gehängt mit den Informationen von Diamant X, nur dass als Besitzer Person B eingetragen ist.
  - Ca. **800.000 Diamanten** wurden bereits eingetragen.

BlockChain-Technologie
→ Diskussion „Blockchain-Anwendungen“



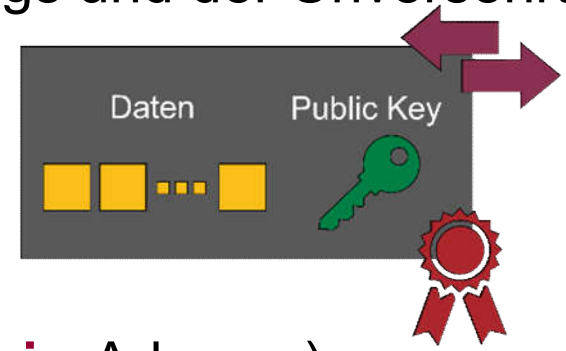
BlockChain-Technologie
→ Inhalt

- **Übersicht**
  (Chancen, Sichtweiten, Tools)
- **Elemente, Prinzipien, Architekturen, …**
  (Daten, Transaktionen, Block, …, verteilt, Konsens, …)
- **Anwendungen**
  (Bitcoin, Smart Contracts, Diamantenhandel, …)
- **Sicherheitsherausforderungen**
  (Kryptosystem, Schlüsselspeicherung, Anzeige, …)
- **Zusammenfassung**
  (Chancen und Risiken)

BlockChain
→ 1. Sicherheitsherausforderung

- Das verwendete **Public-Key-Verfahren** und die **Hashfunktionen** müssen dem ***Stand der Technik*** genügen und die passenden Schlüssellängen müssen verwendet werden *(gilt für alle Sicherheitssysteme)*.

- **Public-Key Verfahren**
  - Dient der **Signierung / Verifizierung** von **Transaktionen**
  - Überprüfbarkeit der Echtheit, des Ursprungs und der Unversehrtheit der gespeicherten Daten (Transaktionen)



- **Hashfunktionen**
  - Dienen der **Adresserzeugung (BlockChain-Adresse)**
  - Notwendig für die **Verkettung** der **Blöcke** (**HashPrev**)
  - Werden für die **Merkle Tree** der **Transaktionen** benötigt, um diese **verifizieren** zu können

BlockChain
→ Kryptographische Verfahren (1/2)

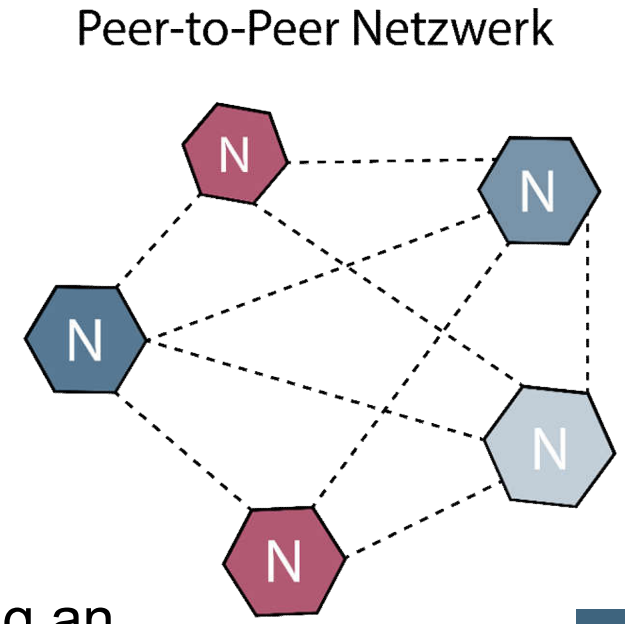
- **Kryptographische Verfahren** und **Schlüssellängen**, die für die nächsten 10 Jahre als sicher gelten:
  - **BSI – Technische Richtlinie** „Kryptographische Verfahren: Empfehlungen und Schlüssellängen“
  - **SHA-2/SHA-3** mit einer Mindestschlüssellänge von 256 Bit
    Hashfunktionen
  - **RSA** mit einer Schlüssellänge von mindestens 3.000 Bit
    Public-Key Verfahren
  - **ECDSA** (elliptische Kurven) mit einer Mindestschlüssellänge von 256 Bit
    Public-Key Verfahren
  - Außerdem müssen langfristig **Post-Quantum-Kryptoverfahren** berücksichtigt und genutzt werden (*noch länger als 10 Jahre*).

- Die größten **BlockChain**s heutzutage (Bitcoin, Ethereum) nutzen kryptographische Verfahren, die diesen Richtlinien entsprechen

BlockChain
→ Kryptographische Verfahren (2/2)

- Um **längerfristig** als **sicher** zu gelten, muss eine **BlockChain** ihre kryptographischen Verfahren **updaten**
  - Erweist sich aufgrund der dezentralen Strukturen als **schwierig**
    → Keine zentrale Instanz kann mehr verpflichtende Updates einspielen

- **Keine** einzige **Transaktion** in der Blockchain ist mehr **vertrauenswürdig**, wenn die kryptographischen Verfahren nicht mehr sicher sind
  → Ein **HardFork** ist erforderlich
  - Update, das **nicht abwärtskompatibel** ist
  - Alle Teilnehmer müssen dies akzeptieren, damit es sich durchsetzt

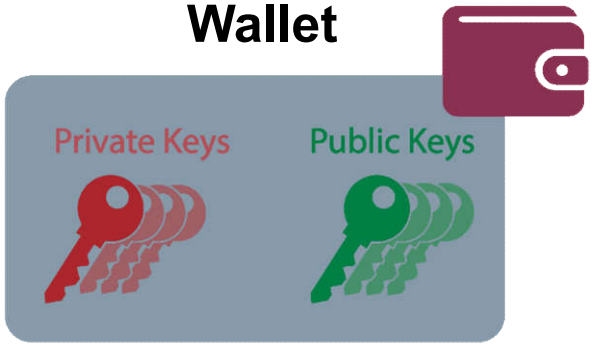


- Alle Teilnehmer müssen ihre **Transaktionen** an Adressen der neuen, **sicheren BlockChain** senden

- Die **Lebensdauer** einer **BlockChain** muss von Anfang an berücksichtigt werden.

BlockChain
→ 2. Sicherheitsherausforderung

- Die Sicherheit der **BlockChain**-Technologie hängt auch von der **Geheimhaltung der privaten Schlüssel** der Public-Key-Verfahren ab (Wallet).



- Der **private Schlüssel muss** geheim bleiben
  - Wer immer den **privaten Schlüssel** einer **Wallet** besitzt, ist in der Lage, über die gesamten **Transaktionen** der **Wallet** zu verfügen

- Ein **Verlust** des **privaten Schlüssels** bedeutet gleichermaßen, dass sämtliche in der Adresse gespeicherten **Transaktionen** für immer „**verloren**“ sind

BlockChain
→ Schlüsselspeicherung

- Eine **sichere Schlüsselspeicherung** ist essentiell
  - Nutzer müssen sensibilisiert werden, was die **Wichtigkeit** der **Schlüsselspeicherung** anbelangt
  - Online **Wallets** bieten zwar Komfort, sind aber auch einfacher anzugreifen!

- **Gefahren** bei nicht ausreichendem Schutz des **privaten Schlüssels**
  - Der **private Rechner** des Nutzers wird **gehackt** (Malware)
  - IoT, z.B. Auto (Light Node) wird **gehackt**
  - Die **Website** der Online Wallet (Service Node) wird **gehackt**
  - Ein nicht ausreichend gesichertes **Smartphone** wird **gestohlen** (Light N.)
  - Der **private Schlüssel** wird **gestohlen** oder ***unberechtigt genutzt***

- Der Schutz des **privaten Schlüssels** sollte mit Hilfe von **Hardware-Security-Module** realisiert werden (Smartcards, Sec-Token, High-Level-Sicherheitsmodule) und **unberechtigte Nutzung muss aktiv verhindert werden**!

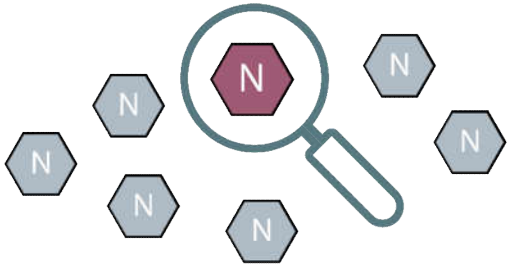
BlockChain
→ 3. Sicherheitsherausforderung

- Für die **BlockChain**-Anwendung muss ein passendes Konsensfindungsverfahren ausgewählt und genutzt werden.

- Außerdem müssen bei den Konsensfindungsverfahren die **Randbedingungen** überprüft werden, damit **keine Manipulation** durchgeführt werden kann
(Vertrauen ist gut, Kontrolle ist besser).

BlockChain
→ Konsensfindungsverfahren (1/2)

- **Teilnehmer** einer **BlockChain** müssen sich über einen wahren Zustand der **BlockChain** einig werden
- Es existiert keine zentrale Instanz mehr, die diesen Zustand vorgeben kann
- Nutzer der **BlockChain** stimmen ab, welcher **Block** als gültig angesehen werden kann und in die **BlockChain** als nächstes aufgenommen wird
- **Konsensfindung** bietet **Sicherheit** und **Vertrauen**



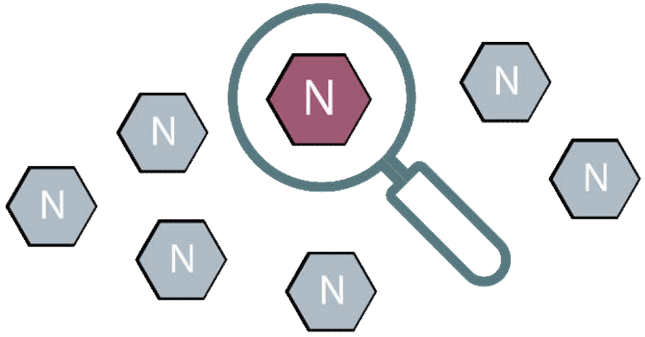
- Welches **Konsensfindungsverfahren** das beste ist, hängt auch von der Art der **BlockChain** ab
  - **Public** vs. **Private**, **permissionless** vs. **permissioned**

BlockChain
→ Konsensfindungsverfahren (2/2)

- **Proof of Work** ist das momentan am meisten verbreitete **Konsensfindungsverfahren**
  - bewährtes Verfahren, **robust** und **sicher**
  - **aber**: **skaliert** schlecht!
    Stetig steigender **Rechenaufwand** und **Energieverbrauch**

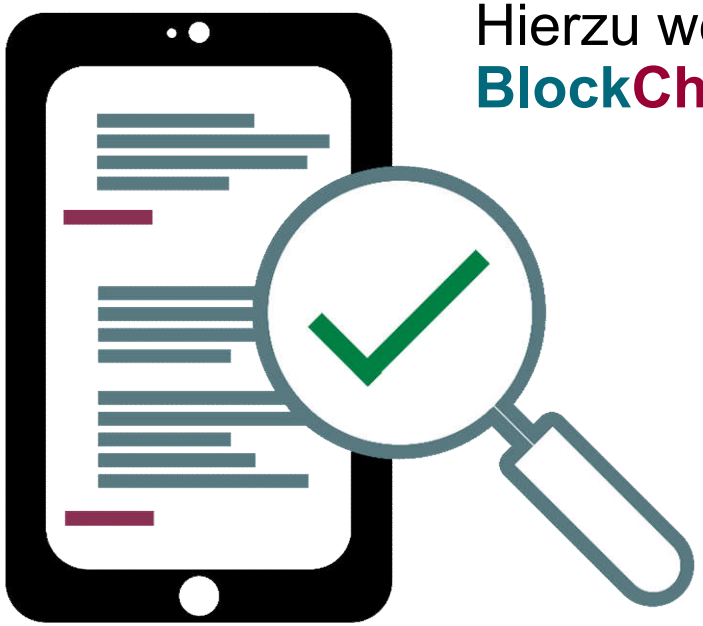
- **Proof of Stake** ist die zurzeit vielversprechendste Alternative für **BlockChain**s
  - Keine Probleme bei der **Skalierbarkeit**, geringer Energieverbrauch
  - Ist allerdings **noch nicht** so lang **erprobt**

- Es gibt noch **viele** weitere **Ansätze**



BlockChain
→ 4. Sicherheitsherausforderung

- Ein weiterer wichtiger Punkt ist die **vertrauenswürdige Anzeige** der Transaktionsdaten.

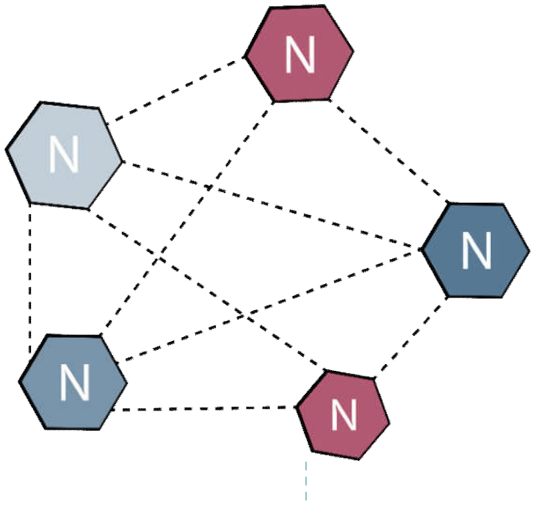


Hierzu werden einfache und vertrauenswürdige **BlockChain**-Viewer benötigt.

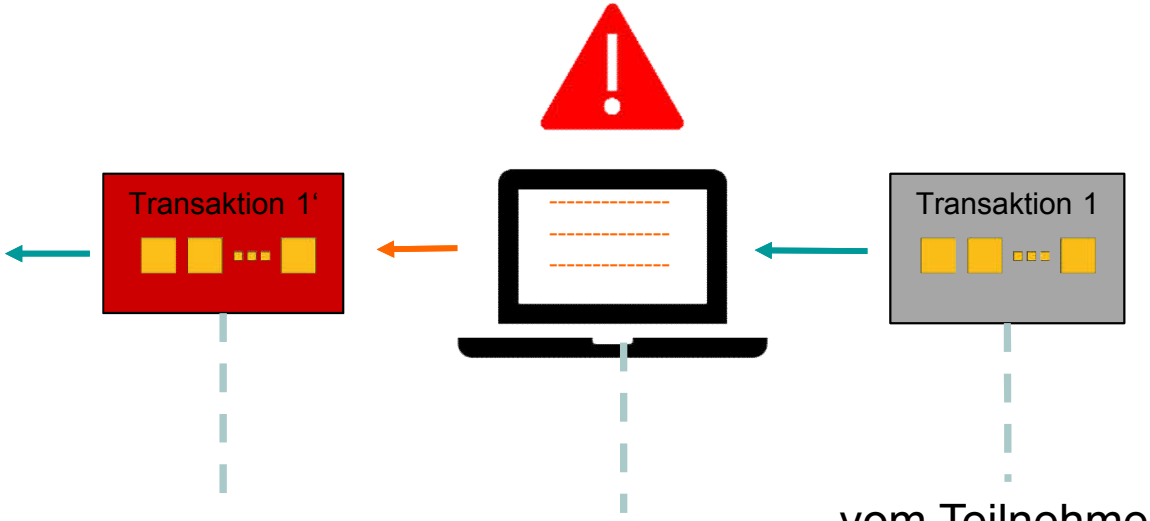
- Aber auch die **BlockChain**-Anwendung muss manipuliersicher sein, damit keine erfolgreichen Angriffe umgesetzt werden können.

BlockChain
→ Vertrauenswürdige Anwendung

- Alle **Sicherheit** der **BlockChain** bringt **nichts**, wenn die Anwendungs-software manipuliert werden kann, weil sie unsicher ist
- Während die **BlockChain** selbst nicht angreifbar ist, können **Hacker** die Anwendungssoftware manipulieren, mit der Teilnehmer der **BlockChain** **Transaktionen** tätigen



manipulationssichere **BlockChain**



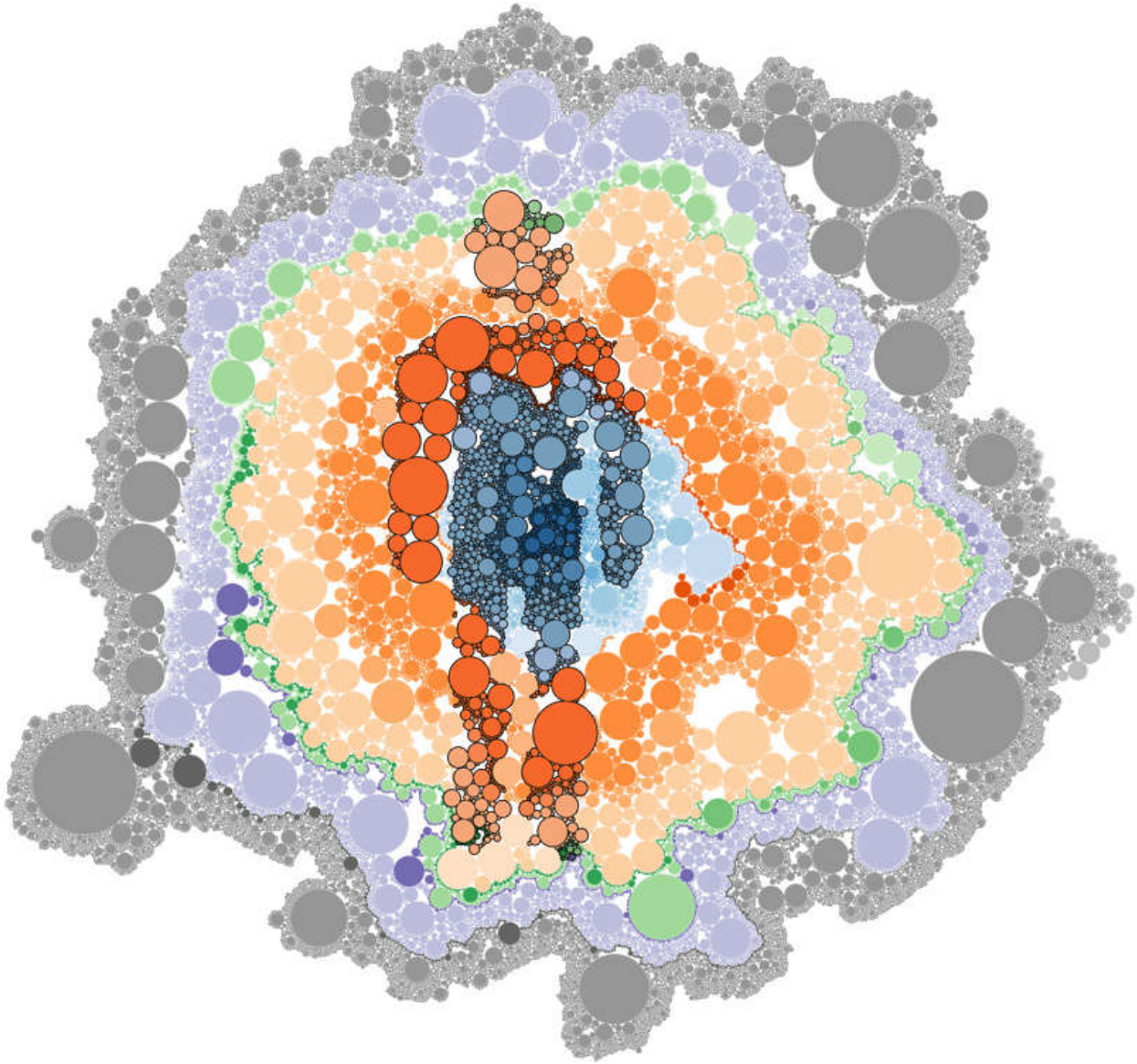
Manipulierte **Transaktion**

Manipulierte Software

vom Teilnehmer beabsichtigte **Transaktion**

Sicherheit der **BlockChain** | **Sicherheit** der **Anwendung**

BlockChain-Technologie
→ Diskussion „ Blockchain-Sicherheit“



BlockChain-Technologie
→ Inhalt

- **Übersicht**
  (Chancen, Sichtweiten, Tools)
- **Elemente, Prinzipien, Architekturen, …**
  (Daten, Transaktionen, Block, …, verteilt, Konsens, …)
- **Anwendungen**
  (Bitcoin, Smart Contracts, Diamantenhandel, …)
- **Sicherheitsherausforderungen**
  (Kryptosystem, Schlüsselspeicherung, Anzeige, …)
- **Zusammenfassung**
  (Chancen und Risiken)

BlockChain
→ Zusammenfassung

- **BlockChain-Anwendungen**
  - Die IT-Marktführer aus den USA bieten eher zentrale Dienste an
  - Für DE und EU mit sehr vielen KMUs eine **ideale Technologie** für eine **vertrauenswürdige verteilte Zusammenarbeit**.
  - **Vertrauensdienste** spielen eine immer **wichtigere Rolle** in der Zukunft!
  - Die **Blockchain-Technologie** schafft eine **Basis** für eine **verteilte** und **vertrauenswürdige Zusammenarbeit** und stellt damit ein **hohes Potential** für neue Geschäftsmodelle und Ökosysteme dar.

- **Herausforderungen**
  - **Stand der Technik** (Post-Quantum-Kryptoverfahren)
  - **Sichere Speicherung von Keys** (Wallets)
  - **Vertrauenswürdige Anzeige-Komponente** von **BlockChain** Daten *(Trusted Viewer)*
  - **Vertrauensmodelle** (Validierungsalgorithmen)
  - **Rechtsrahmen** für neue Geschäftsmodelle und Ökosysteme

BlockChain
→ Ausblick

- Lassen Sie uns die **passenden Anwendungen** auswählen und den **Digitalisierungsprozess** mit modernen und pragmatischen IT-Technologien **beflügeln**.

- **Ohne IT-Sicherheit gelingt keine nachhaltige Digitalisierung!**

BlockChain → „programmiertes Vertrauen“

Trustless security is not for free
→ functional "costs" can be substantial

Energy

- Computations for proof-of-work are energy intense
- Bitcoin*):
  - >1 Mio USD per day (for mining)
  - 1GW of power
  - >5 USD per transaction

Storage

- Shared ledger is provided
- Database is replicated, not distributed
- Bitcoin ledger: currently 80 GB and growing *)

Computation

- Smart contracts based business logic
- All computations of business logic replicated by all nodes
- Vulnerable to denial-of-service attacks **)

Performance

- Transactions times from several seconds to hours
- Depends on the timing parameters of the blockchain
- Bound by synchronization time of the global network

*) All statistical data according to https://blockchain.info/en/charts
**) https://blog.ethereum.org/2016/09/22/ethereum-network-currently-undergoing-dos-attack

Trustless security provides limited security

Low security guarantees compared to other cryptographic methods

- Intrinsic **consequence of distributed consensus**
- **51% attack is feasible** by definition, since 100% of computational power is available
- **Highlander property** ("there can be only one blockchain") leads to attacks *)
- Limited or missing security of **private** (closed group) **blockchains**
- Problems expected during **blockchain life cycle**

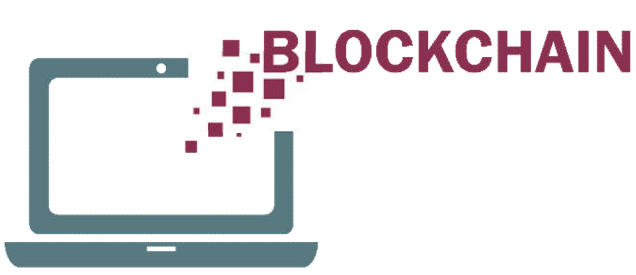
Open traditional IT security leaks

- System is not immune against traditional weaknesses
- Cryptography guarantees immutability of the ledger, but this is no guarantee for the security of the system
- Storage and management of private keys may be exploitable

Additional **trust requirements** for **off-blockchain assets**

- Interaction of digital world and physical world requires trusted secure hardware
- No trustless security possible in this case
- Example: Who builds and installs a smart-contract based power switch?

*) One per hardware class. For a recent attack, see https://news.bitcoin.com/ethereum-clones-susceptible-51-attacks/



Westfälische Hochschule
Gelsenkirchen Bocholt Recklinghausen
University of Applied Sciences

BlockChain

Hype oder Trend?

Mit **BlockChain** in die Zukunft!

Dr.
Rolf Reinema

Prof. Dr. (TU NN)
Norbert Pohlmann

SIEMENS

if(is)
internet-sicherheit.

Anhang / Credits

Wir empfehlen

- **Kostenlose App securityNews**

- **7. Sinn im Internet (Cyberschutzraum)**
  https://www.youtube.com/channel/UCEMkHjW9dHcWfek_En3xhjg
-
- **Cybärcast – Der IT-Sicherheit Podcast**
  https://podcast.internet-sicherheit.de/

- **Master Internet-Sicherheit**
  https://it-sicherheit.de/master-studieren/

Besuchen und abonnieren Sie uns :-)

WWW
https://www.internet-sicherheit.de

Facebook
https://www.facebook.com/Internet.Sicherheit.ifis

Twitter
https://twitter.com/_ifis

Google+
https://plus.google.com/107690471983651262369/posts

YouTube
https://www.youtube.com/user/InternetSicherheitDE/

Prof. Norbert Pohlmann
https://norbert-pohlmann.com/

Quellen Bildmaterial

Eingebettete Piktogramme:
- Institut für Internet-Sicherheit – if(is)

Der Marktplatz IT-Sicherheit

(IT-Sicherheits-) Anbieter, Lösungen, Jobs, Veranstaltungen und Hilfestellungen (Ratgeber, IT-Sicherheitstipps, Glossar, u.v.m.) leicht & einfach finden.
https://www.it-sicherheit.de/

Literatur

Artikel:

C. Kammler, N. Pohlmann: „Kryptografie wird Währung – Bitcoin: Geldverkehr ohne Banken“, IT-Sicherheit – Management und Praxis, DATAKONTEXT-Fachverlag, 6/2013
https://norbert-pohlmann.com/app/uploads/2015/08/308-Kryptografie-wird-W%C3%A4hrung-Bitcoin-Geldverkehr-ohne-Banken-Prof-Norbert-Pohlmann.pdf

R. Palkovits, N. Pohlmann, I. Schwedt: „Blockchain-Technologie revolutioniert das digitale Business: Vertrauenswürdige Zusammenarbeit ohne zentrale Instanz“, IT-Sicherheit – Fachmagazin für Informationssicherheit und Compliance, DATAKONTEXT-Fachverlag, 2/2017
https://norbert-pohlmann.com/app/uploads/2017/07/357-Blockchain-Technologie-revolutioniert-das-digitale-Business-Vertrauensw%C3%BCrdige-Zusammenarbeit-ohne-zentrale-Instanz-Prof.-Norbert-Pohlmann.pdf