

Bei einer Blockchain können anders als bei einer relationalen Datenbank (rDB) Daten nur hinzugefügt, aber nicht gelöscht werden.

Das Löschen von Daten würde aufgrund der blockweisen Prüfsummen durch andere Teilnehmer am Netzwerk sofort entdeckt und rückgängig gemacht werden.

#### Vergleich Relationale Datenbank und Blockchain

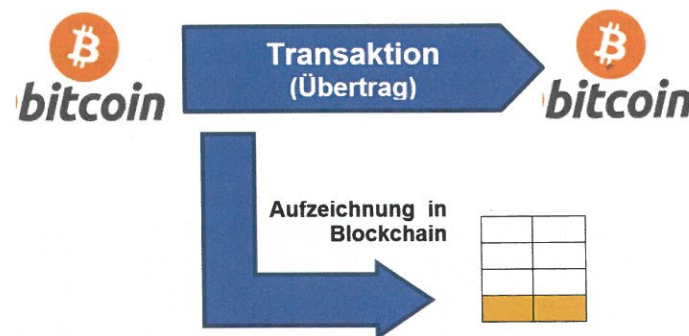
Relationale Datenbank (rDB)	Blockchain
Daten werden in Tabellen gespeichert.	Daten werden in Blöcken zusammengefasst.
Daten sind veränderbar.	Daten können nur hinzugefügt werden, nicht gelöscht werden.
Zentraler Server verwaltet den gesamten Datenbestand	Einträge werden von jedem Teilnehmer ausgeführt. Eintrag erfolgt nach zusätzlicher Validierung.
Kopie der Datenbank ist z. B. als Backup möglich.	Jeder Teilnehmer besitzt eine Kopie des gesamten Datenbestandes.
Prüfsummen werden für einzelne Datensätze generiert, nicht aber für die gesamte Datenbank.	Sowohl einzelne Datensätze als auch Datenblöcke werden mit kryptografischen Prüfsummen versehen. Verfälschungen der Daten sind nahezu unmöglich.

#### 1.3.5.3 Kryptowährung Bitcoin

Mit Bitcoin (= digitale Münze) wird sowohl ein Zahlungssystem als auch eine Geldeinheit bezeichnet. Es wurde im Jahre 2009 auf der Grundlage des Blockchain-Konzepts entwickelt.

Der Besitz von Bitcoin wird durch den Besitz von kryptografischen Schlüsseln nachgewiesen, die auf dem Client in der Wallet (elektronische Geldbörse) aufbewahrt werden. Die persönliche Wallet muss gegen Verlust und Diebstahl durch Schadsoftware geschützt werden. Online-Dienste bieten die Verwaltung der persönlichen Wallet gegen Gebühren an.

Für Zahlungen (Transaktionen) ist eine Wallet-Software notwendig, z. B. Bitcoin Core. Transaktionen finden unter pseudonymen (verschleierten) Adressen statt, die von der Software generiert werden. Das Ergebnis der Transaktion wird von Netzwerk-Clients als Datensatz an die Blockchain angehängt.



#### Mining

Alle zehn Minuten werden im Blockchain-Netzwerk durch Clients neue Blöcke mit Daten der neuen Transaktionen geschaffen. Dazu ist erhebliche Rechnerleistung der Bitcoin-Teilnehmer aufzuwenden. Als Preis für diese Rechnerleistung erhalten diese Miner (= Schürfer) die Gebühren für die verbuchten Transaktionen als neue Bitcoin-Einheiten. Dieser Vorgang wird als Mining (= schürfen) bezeichnet.

Durch die stetig anwachsende Zahl an Buchungen sind die kryptografischen Berechnungen zunehmend energieintensiv. 2021 wurden dafür nach Schätzungen der Universität Cambridge bereits etwa 120 TWh aufgewendet (zum Vergleich: Schweden 2021 geschätzt 131 TWh).

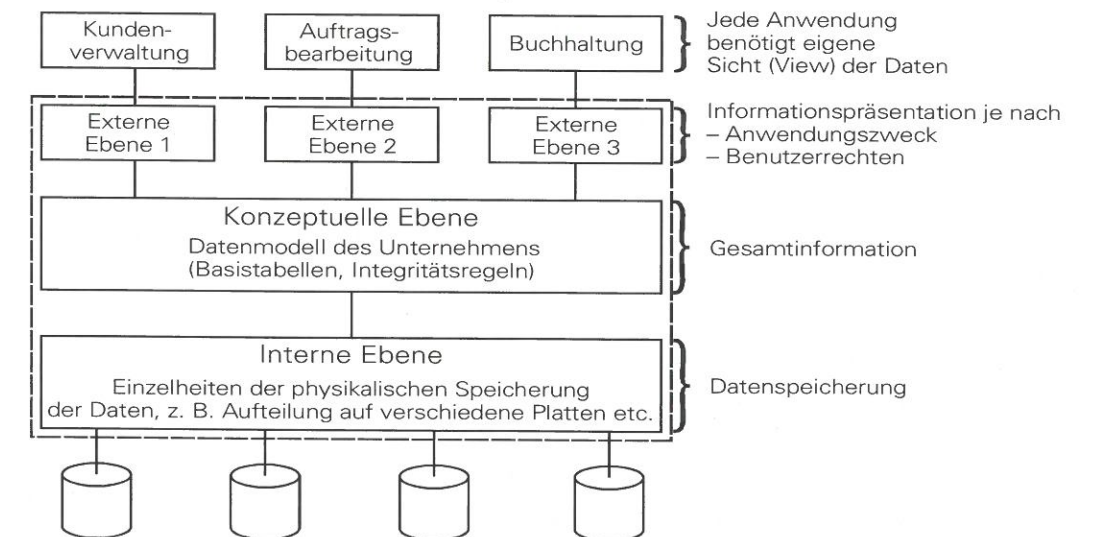
## 1.4 Architektur eines Datenbankmanagementsystems DBMS

Wichtige Merkmale des bisher beschriebenen Datenbankansatzes sind:

- Isolierung von Programmen und Daten (Programm/Daten- und Programm/Operationen-Unabhängigkeit),
- Unterstützung mehrerer Benutzersichten (Views) und
- Verwendung eines Katalogs zum Speichern der Datenbankbeschreibung (Schema).

### 1.4.1 Die Drei-Ebenen-Architektur (Drei-Schichten-Architektur)

Die Drei-Ebenen-Architektur trennt die Benutzeranwendungen und die Details der Speicherung (physische Eigenschaften) voneinander.



Folgende drei Ebenen sind definiert:

#### 1. Interne Ebene

Die interne Ebene beschreibt die physikalischen Speicherstrukturen der Datenbank. Das interne Schema verwendet ein physisches Datenmodell und beschreibt die Details des Datenzugriffs bei der Datenspeicherung, Zugriffspfade für die Datenbank und die Dateiorganisation.

#### 2. Konzeptuelle Ebene

Die konzeptuelle Ebene beschreibt die Struktur der gesamten Datenbank für alle Nutzer der Datenbank. Das konzeptuelle Schema verbirgt die Details der physischen Speicherstrukturen und konzentriert sich auf die Beschreibung von Entitäten, Datentypen, Beziehungen, Benutzeroperationen und Einschränkungen. Auf dieser Ebene wird ein von den Speicherstrukturen unabhängiges, logisches Datenmodell benutzt.

#### 3. Externe Ebene oder View-Ebene

Die externe Ebene beinhaltet die externen Benutzersichten (Views). Jede View beschreibt den Teil der Datenbank, an dem eine bestimmte Benutzergruppe interessiert ist und verbirgt die übrigen Daten der Datenbank vor dieser Benutzergruppe. Auf dieser Ebene kann ebenfalls ein von den Speicherstrukturen abstrahierendes (logisches) Datenmodell benutzt werden.

Die Ebenen-Architektur, die praktisch allen modernen Datenbanksystemen zugrunde liegt, trägt wesentlich zur Unabhängigkeit zwischen den Anwendungsprogrammen und der internen Datenstruktur bei.

Änderungen, welche die physikalische Speicherung der Daten betreffen, werden durch das DBMS für die Schichten oberhalb des Internen Schemas weitgehend unsichtbar gemacht. Änderungen am konzeptuellen Schema (die in der Praxis möglichst selten vorgenommen werden sollten), können durch die Informationspräsentation mithilfe der externen Schemata vielfach ebenfalls für die Anwendungsprogramme transparent erfolgen.