

Normalisierungsgrad (Normalform-Level)

Smart City IoT System

11. November 2025

1. Normalisierung – Erste Normalform (1NF)

Die erste Normalform (1NF) verlangt, dass alle Attribute in einer Tabelle **atomar** sind, also nur einen einzelnen Wert enthalten. Mehrwertige oder wiederholende Gruppen sind nicht erlaubt. Jede Tabelle muss einen eindeutigen Primärschlüssel besitzen, der jede Zeile eindeutig identifiziert.

In unserem Datenmodell (*Smart City IoT System*) erfüllen alle Tabellen diese Bedingungen automatisch:

- Alle Attribute sind eindeutig und enthalten nur einen Wert (z. B. eine Temperatur, eine Spannung, einen Stromwert usw.).
- Es gibt keine wiederholenden Spalten (wie `Temperatur_1`, `Temperatur_2` ...).
- Jede Tabelle besitzt einen klar definierten Primärschlüssel (z. B. `Standort_ID`, `Sensor_ID`, `Lesung_ID`).

Da keine mehrwertigen Attribute oder Gruppen vorkommen, liegt das gesamte Modell bereits in der **ersten Normalform (1NF)** vor. Es besteht somit kein Verstoß gegen 1NF, und eine zusätzliche Anpassung ist nicht erforderlich.

2. Normalisierung – Zweite Normalform (2NF)

Die zweite Normalform (2NF) verlangt, dass eine Relation bereits in der ersten Normalform (1NF) ist und dass jedes Nicht-Schlüsselattribut vollständig funktional vom gesamten Primärschlüssel abhängt. Das bedeutet, dass es keine partiellen Abhängigkeiten geben darf – also kein Attribut darf nur von einem Teil eines zusammengesetzten Primärschlüssels abhängen.

In unserem Datenmodell (*Smart City IoT System*) besitzt jedoch keine Tabelle einen zusammengezogenen Primärschlüssel. Alle Tabellen, wie z. B. **Lokation**, **Zeit**, **Sensor**, **Wetter**, **MarktInformation** und **EnergieAblesung**, haben jeweils einen einfachen Primärschlüssel (z. B. **Standort_ID**, **Zeitstempel**, **Sensor_ID**, **Lesung_ID** usw.).

Daher hängen alle Nicht-Schlüsselattribute vollständig von ihrem jeweiligen Primärschlüssel ab, und es existieren keine partiellen funktionalen Abhängigkeiten. Das bedeutet, dass sich das gesamte Datenmodell bereits in der **zweiten Normalform (2NF)** befindet und keine weitere Aufteilung oder Anpassung erforderlich ist.

3. Normalisierung – Dritte Normalform (3NF)

Eine Relation befindet sich in der dritten Normalform (3NF), wenn sie bereits in der 2NF ist und keine **transitive Abhängigkeit** zwischen Nicht-Schlüsselattributen besteht. Das bedeutet, dass jedes Nicht-Schlüsselattribut direkt vom Primärschlüssel (*Primary Key*) abhängen muss und nicht über ein anderes Nicht-Schlüsselattribut.

In der ursprünglichen Tabelle **Zeit** gab es jedoch eine transitive Abhängigkeit:

$$\text{Datum} \rightarrow (\text{Jahr}, \text{Monat}, \text{Stunde})$$

Dadurch war ein Verstoß gegen 3NF vorhanden, weil **Jahr**, **Monat** und **Stunde** indirekt von **Datum** und nicht direkt vom Primärschlüssel **Zeitstempel** (PK) abhingen.

Um diese Abhängigkeit zu entfernen, wurde **Zeit** in zwei Tabellen aufgeteilt:

1. **Zeit** – enthält den Primärschlüssel (**Zeitstempel**) und optional das Datum.
2. **ZeitTeil** – steht in einer 1:1-Beziehung zu **Zeit** und enthält die Attribute **Jahr**, **Monat**, **Stunde**, **Quartal** und **Wochentag**.

Damit hängen alle Attribute wieder direkt vom Primary Key ab, und das Datenmodell ist vollständig **3NF-konform**. Somit wurde die Datenintegrität gewährleistet und Redundanzen wurden erfolgreich eliminiert.

Fazit: Das Smart City IoT Datenmodell erfüllt sämtliche Anforderungen der ersten, zweiten und dritten Normalform. Durch diese Normalisierung wird sichergestellt, dass alle Tabellen konsistent, effizient und redundantfrei strukturiert sind.