



Ostfalia
Hochschule für angewandte
Wissenschaften

Fakultät Elektrotechnik

Eichrechtlich konforme Konzipierung einer Ladesäule für Elektrofahrzeuge

Kai Heine, M.Eng.

Hintergrund und Motivation

„Das Eichrecht bremst Ladesäulen aus“

„Ladesäulen und die Tücken des Eichrechts“

„Lösung beim Eichrecht in Sicht“

 **2018**

Hintergrund und Motivation

- Weit und breit keine eichrechtlich konformen Ladesäulen
- Problem:
 - Keine geeichten Gleichstromzähler verfügbar
 - Prüfbarkeit des Messergebnisses nicht gegeben
- **Resultat:** Abrechnung nach kWh nicht möglich

 2018

Wer sind wir?

- **Embedded Systems Group** der Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Bermbach
- Forschungsthemen:
 - Embedded Systeme & Datentechnik
 - Smart Metering
 - Sichere Zeitübertragung

Hintergrund und Motivation

- Kombination unserer Forschungsbereiche in einem Projekt
- Zielsetzung:
 - Klärung der eichrechtlichen Anforderungen an Ladesäulen
 - Entwicklung eines Konzeptes für eichrechtlich konforme Ladesäulen
 - Fokus auf logische Abläufe und Sicherheit
 - Implementierung in Software und Hardware

Inhaltsverzeichnis



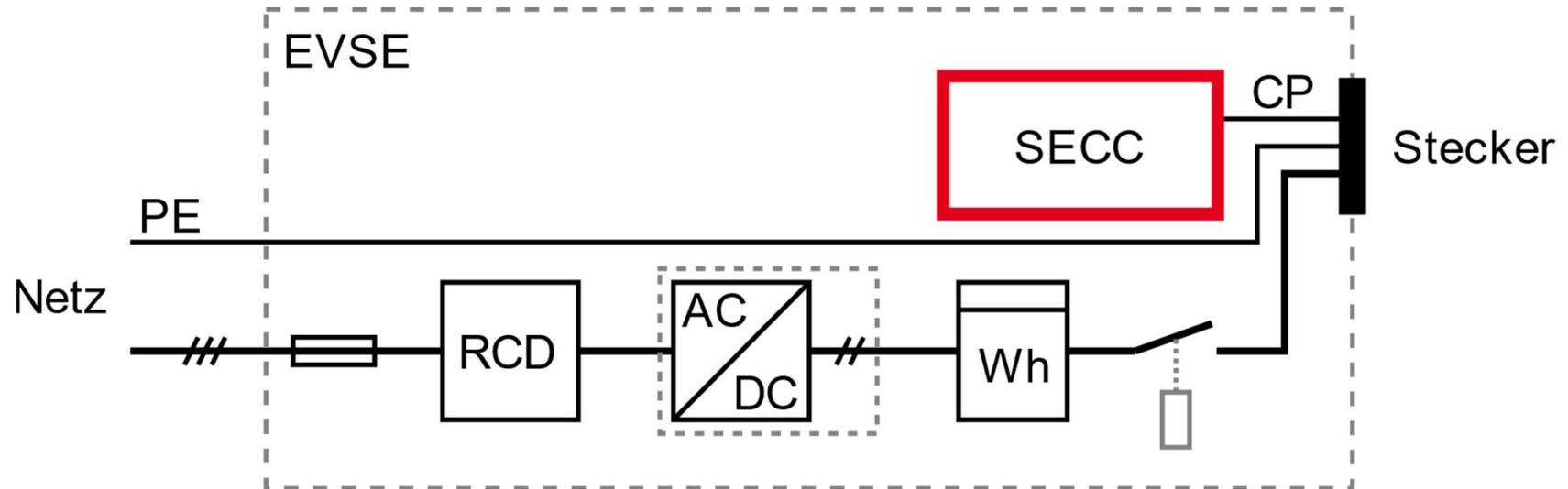
- Ladesäulen für E-Fahrzeuge – Kontext
- Eichrechtliche Vorgaben
- Konzept & Umsetzung
 - Network Time Security
- Stand 2020
- Zusammenfassung

Bild: PTB Z.162 Mediengestaltung

Ladesäulen für Elektrofahrzeuge – Kontext

Ladesäulen für E-Fahrzeuge

Prinzipieller Aufbau

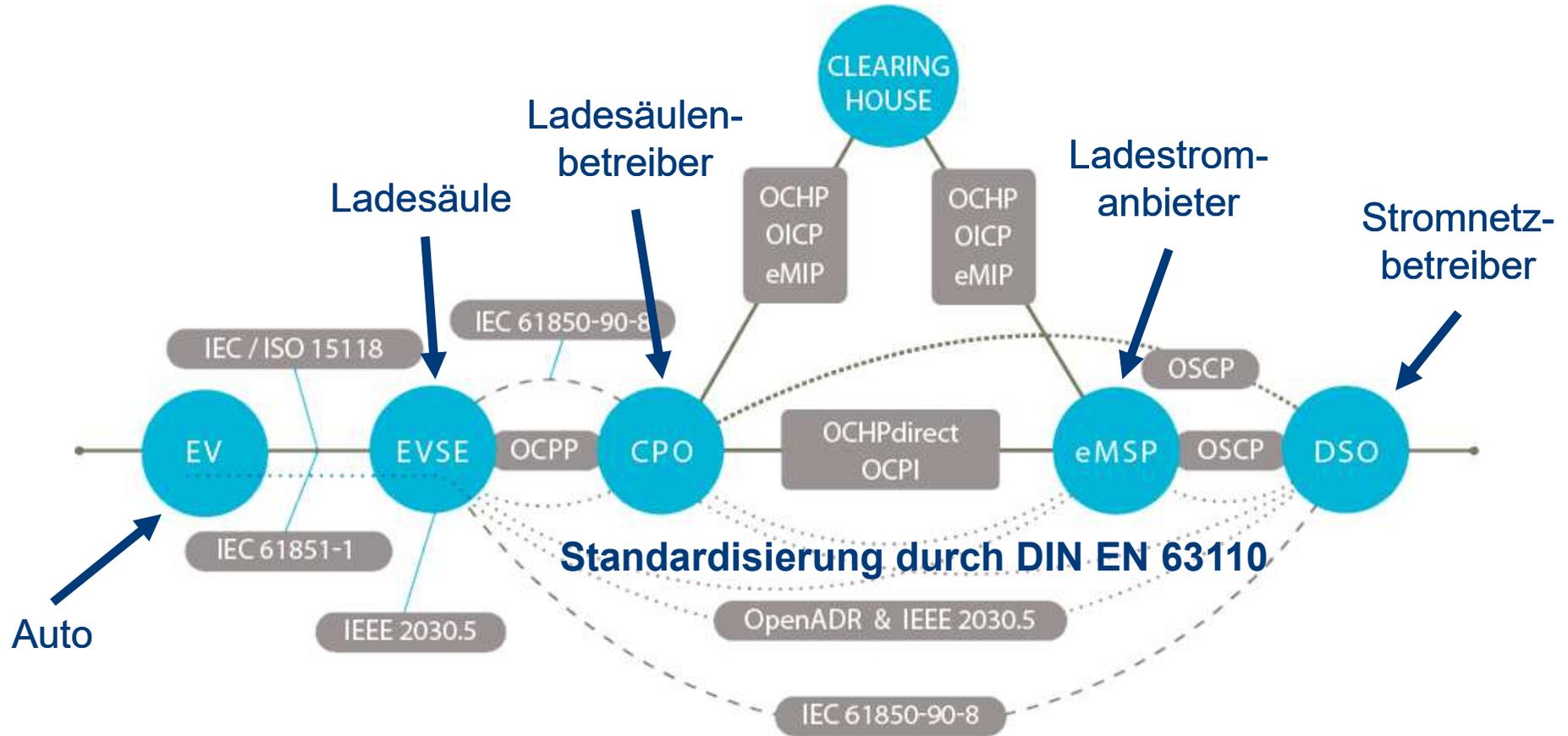


CP: Control Pilot

EVSE: Electric Vehicle Supply Equipment

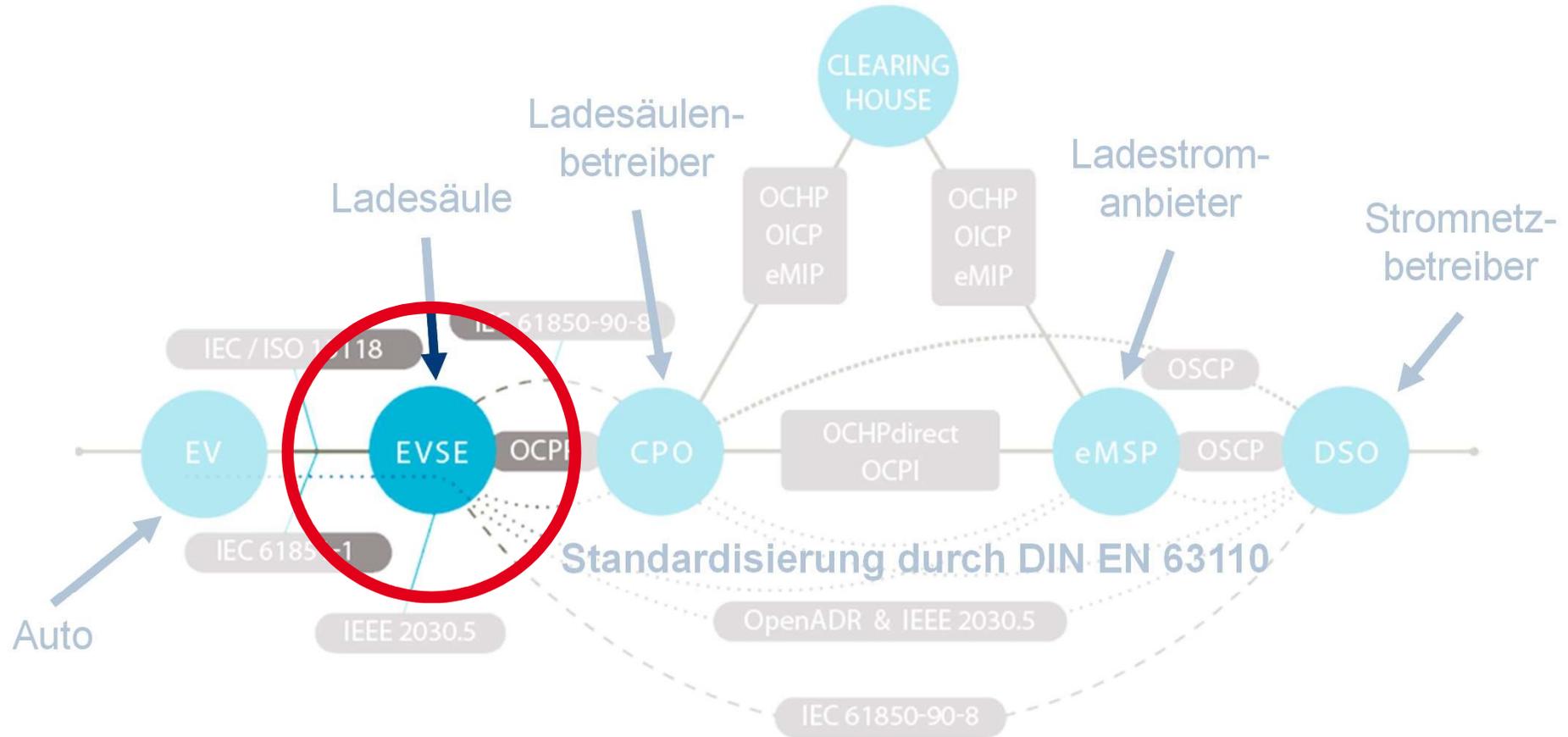
SECC: Supply Equipment Communication Controller

Ladesäuleninfrastruktur



Quelle: Elaadnl

Ladesäuleninfrastruktur



Quelle: ELaadnl

Eichrechtliche Vorgaben



Eichrechtliche Vorgaben

- Eichung
 - Prüfung und Bewertung eines Messgerätes bezogen auf den Verwendungszweck
- Eichpflicht
 - Alle Messgeräte im geschäftlichen oder amtlichen Verkehr
- Regelermittlungsausschuss (REA)
 - Ermittelt Dokumente zur Erfüllung der Anforderungen
- Für Inverkehrbringen keine Eichung notwendig
 - Stattdessen Konformitätsbewertung und -erklärung



Eichrechtliche Vorgaben

- Mess- und Eichgesetz (MessEG)
 - Allgemeine Anforderungen an Messgeräte und deren Inverkehrbringen, Verwendung und Eichung
 - Enthält Verordnungsermächtigung
 - Mess- und Eichverordnung



Eichrechtliche Vorgaben

- Mess- und Eichverordnung (MessEV)
 - Konkretisiert das MessEG
 - Definiert *wesentliche Anforderungen an Messgeräte*
 - Einfache Bedienung
 - Prüfbarkeit
 - Manipulationsschutz
 - Anzeige
 - Dauerhafte Aufzeichnung
 - Einhaltung von Fehlergrenzen



Weitere Vorgaben

- PTB-Anforderungen 20.1 und 50.7:
 - Anzeige aller abrechnungsrelevanter Daten mit Einheit
 - Synchronisation der Uhrzeit
 - Maximale Abweichung: 3% der Messperiode
 - Rückwirkungsfreie Datenschnittstellen mit kryptografischem Schutz
 - Messwertspeicher und eichtechnisches Logbuch
 - Schutz der Authentizität und Integrität
 - Prüfung und Schutz der Software



Weitere Vorgaben

- REA Dokument 6-A
 - Anforderungen an Messgeräte in Bezug auf Elektromobilität
 - Abrechnungsrelevante Daten:
 - Identifizierung des Kunden oder des Geschäftsvorgangs
 - Anfangs- und Endzählerstände
 - Physikalische Einheit
 - Zeitstempel zu den Messwerten
 - Digitale Signatur



Weitere Vorgaben

- VDE-Anwendungsregel 2418-3-100
 - Eichrechtliche Mindestanforderungen für Messgeräte in Ladesäulen
 - Basiert auf allen zuvor genannten Dokumenten
 - Definiert eine Referenzarchitektur
 - Soll zukünftig das REA-Dokument 6-A ersetzen



VDE-AR Referenzarchitektur

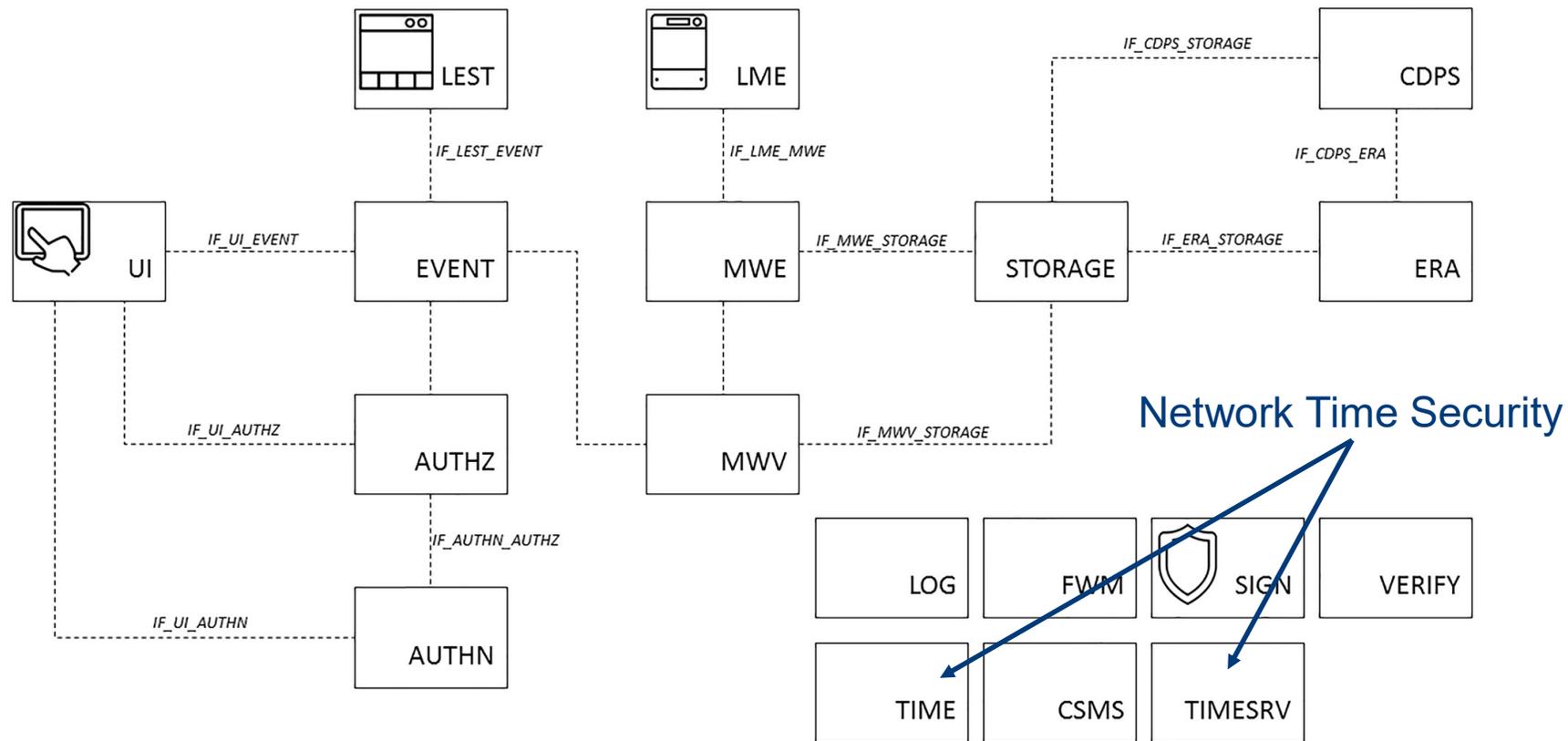
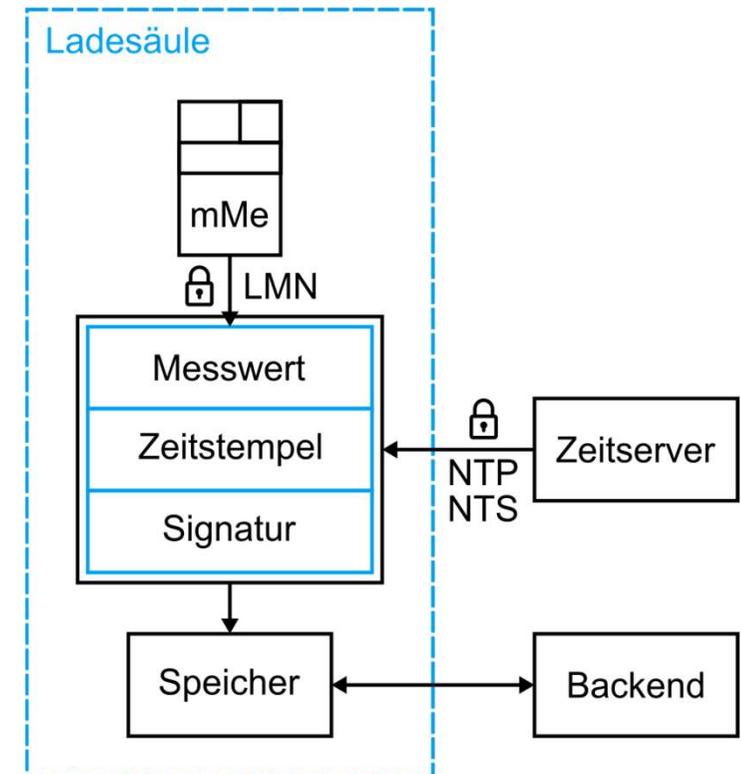


Bild: VDE AR 2418-3-100

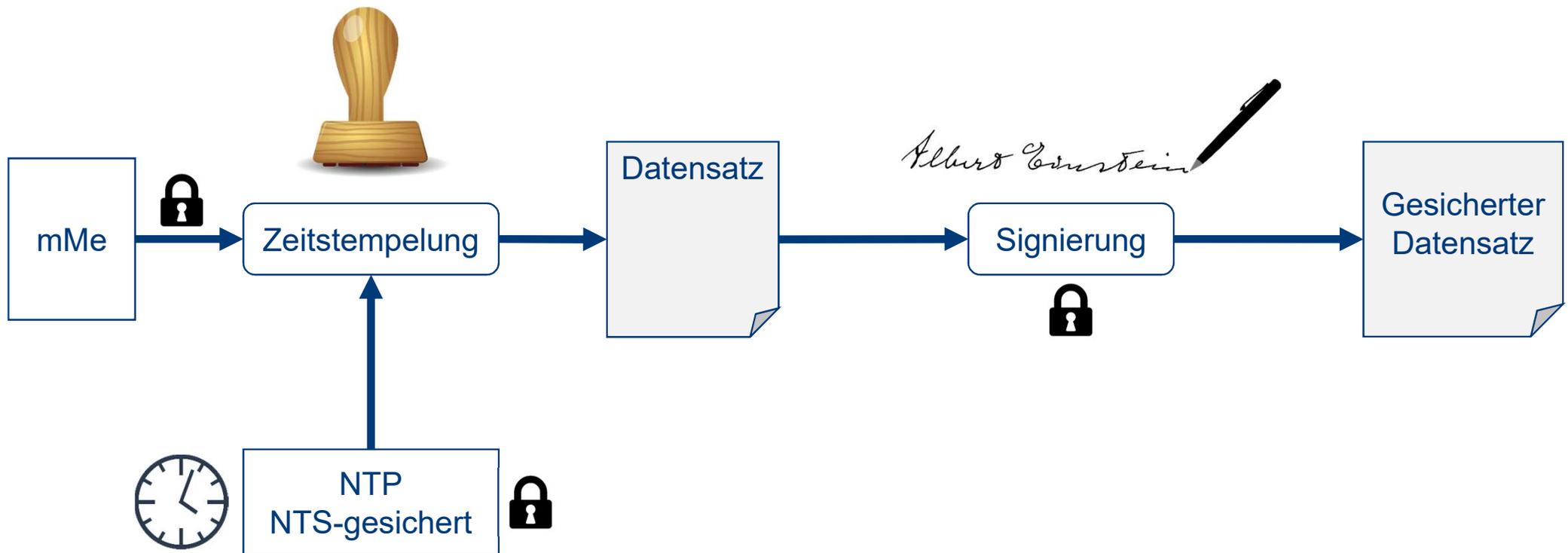
Konzept

Konzept

- Ladesäule mit eichrechtlich konformer Messwernerfassung
 - Messwernerfassung über eine **moderne Messeinrichtung**
 - Sichere Zeitsynchronisation mit **Network Time Protocol** und **Network Time Security**
 - Signierung und Speicherung des Messwerttupels

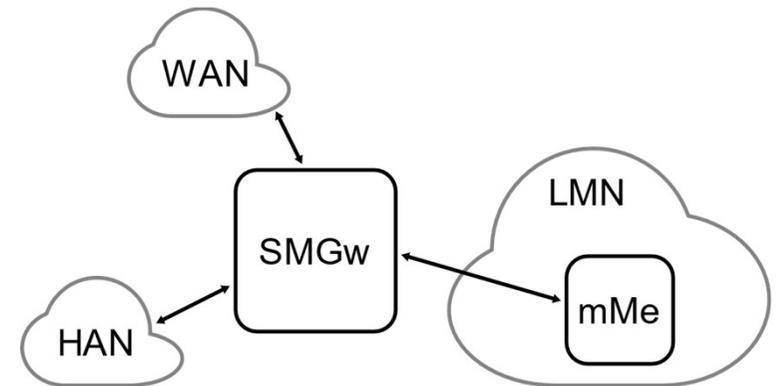


Konzept



Messwerterfassung

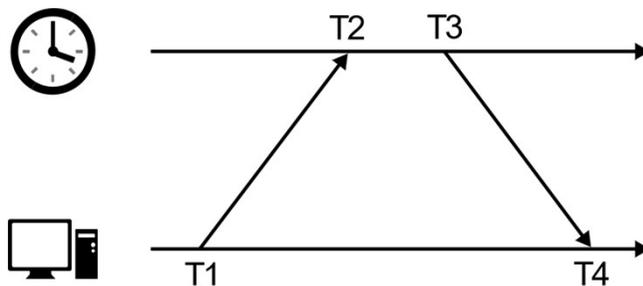
- Moderne Messeinrichtung (mMe)
 - Zähler mit digitaler, TLS-gesicherter Schnittstelle zum SMGw
 - Teil eines intelligenten Messsystems (iMSys)
- § 48 MsbG: ab 2021 iMSys auch in der Elektromobilität
 - Heutige SMGws dafür noch nicht ausgelegt
- Hier kein vollständiges SMGw enthalten
 - Teilimplementierung zum Auslesen der mMe über drahtgebundene LMN-Schnittstelle



Sichere Zeitsynchronisation

- Network Time Protocol (NTP)

- Standard-Kommunikationsprotokoll zur Zeitsynchronisation von Computern über das Netzwerk
- Erlaubt Genauigkeiten im Millisekundenbereich
- Funktionsweise:
 - Request-Response-Verfahren
 - Erfassung von Sende- und Empfangszeiten bei Client und Server
 - Berechnung der Zeitdifferenz θ aus den Zeitstempeln



$$\theta = \frac{(T_2 - T_1) + (T_3 - T_4)}{2}$$

Sichere Zeitsynchronisation

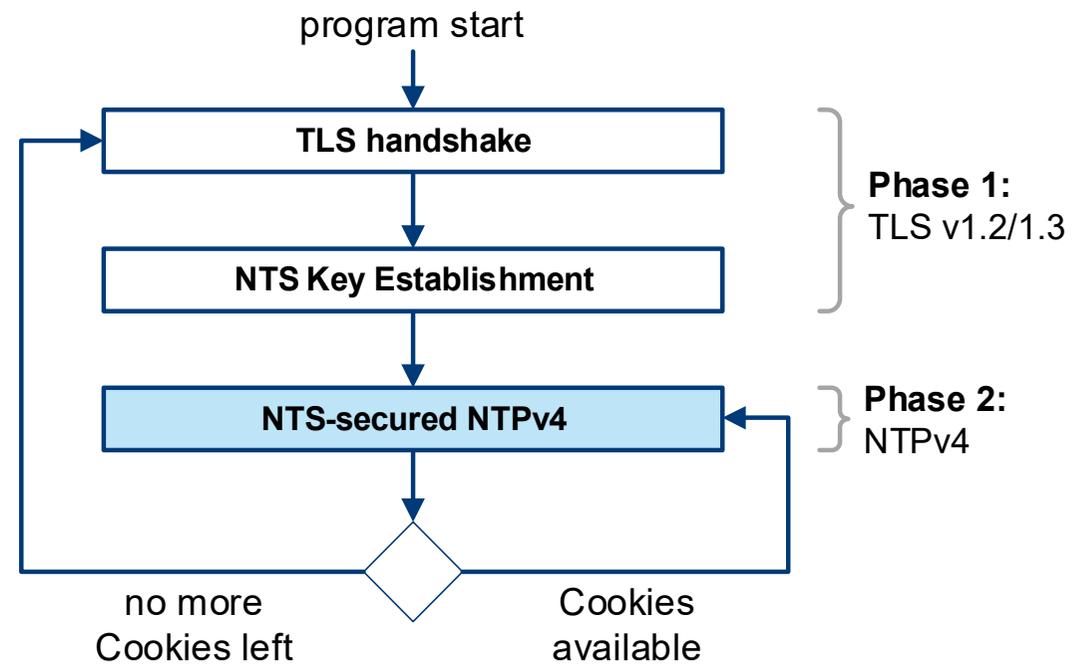
- Problem: NTP prinzipiell ungesichert
 - Unbemerkte Manipulation der Uhrzeit möglich
 - Bestehende Ansätze sind unsicher oder nicht skalierbar
 - *Symmetric-Key-Verfahren*: Aufwendige Schlüsselverteilung
 - *Auto-Key-Verfahren*: Gebrochene Kryptographie
 - *NTP über TLS*: Server-Overhead und verringerte Genauigkeit
- Abhilfe: Network-Time-Security-Protokoll (NTS)

Network Time Security

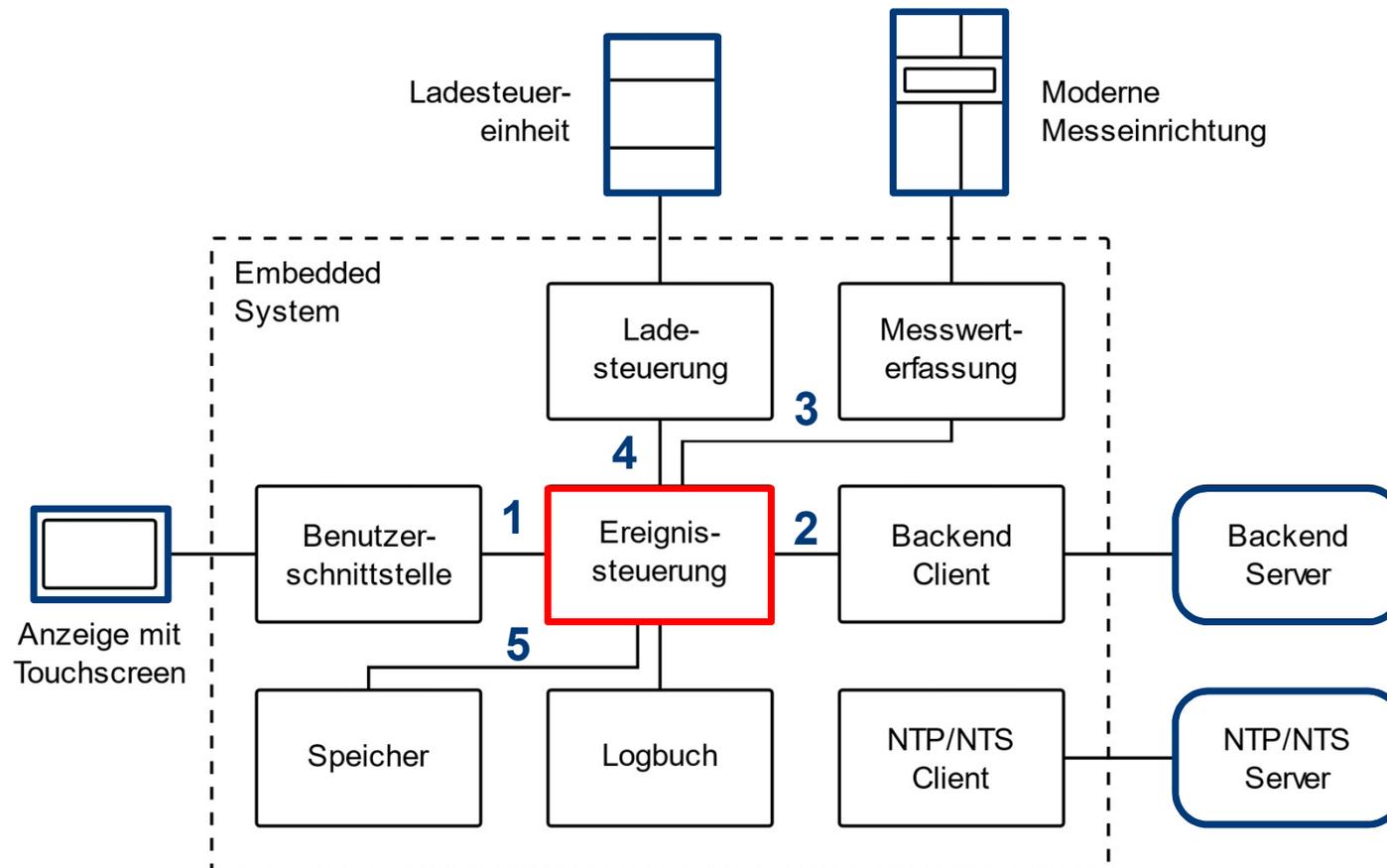
- Erweiterung für Zeitprotokolle wie NTP
 - Schutz gegen Paketmanipulation
 - Skalierbarkeit dank zustandsloser Server
 - Dabei irrelevanter Verlust der Genauigkeit
- In finaler Phase bei der IETF – Standard Mitte 2020 erwartet
 - Ostfalia hat in Kooperation mit PTB an der Spezifikation mitgewirkt
 - Weltweit erste Implementierung
 - Seit 2018 eigene Server

Network Time Security

- Zwei Phasen:
 1. TLS-basierter Schlüsselaustausch
 2. NTS-gesicherte NTP-Kommunikation

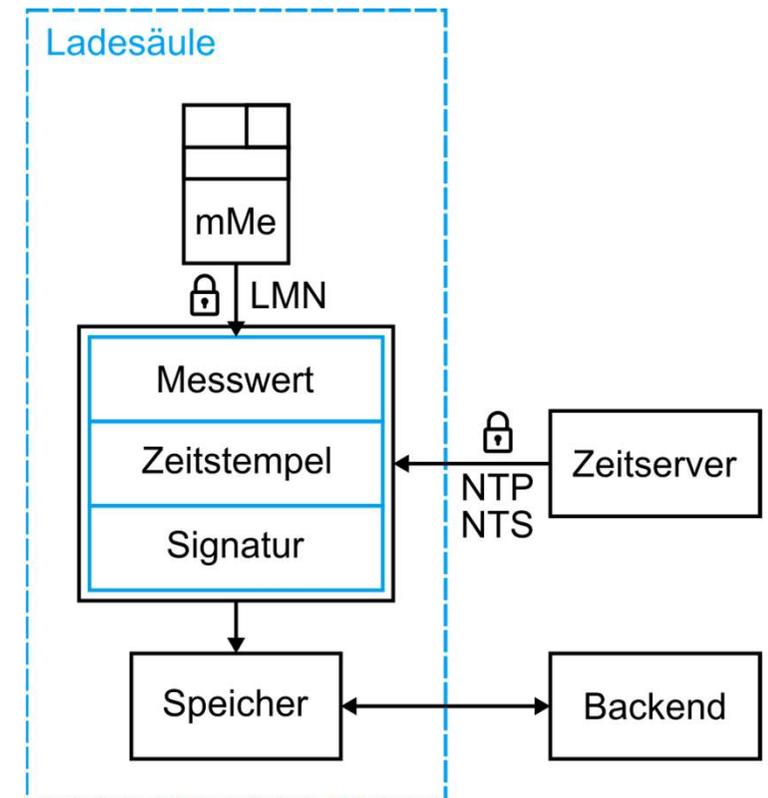


Softwarearchitektur



Konzept – Zusammenfassung

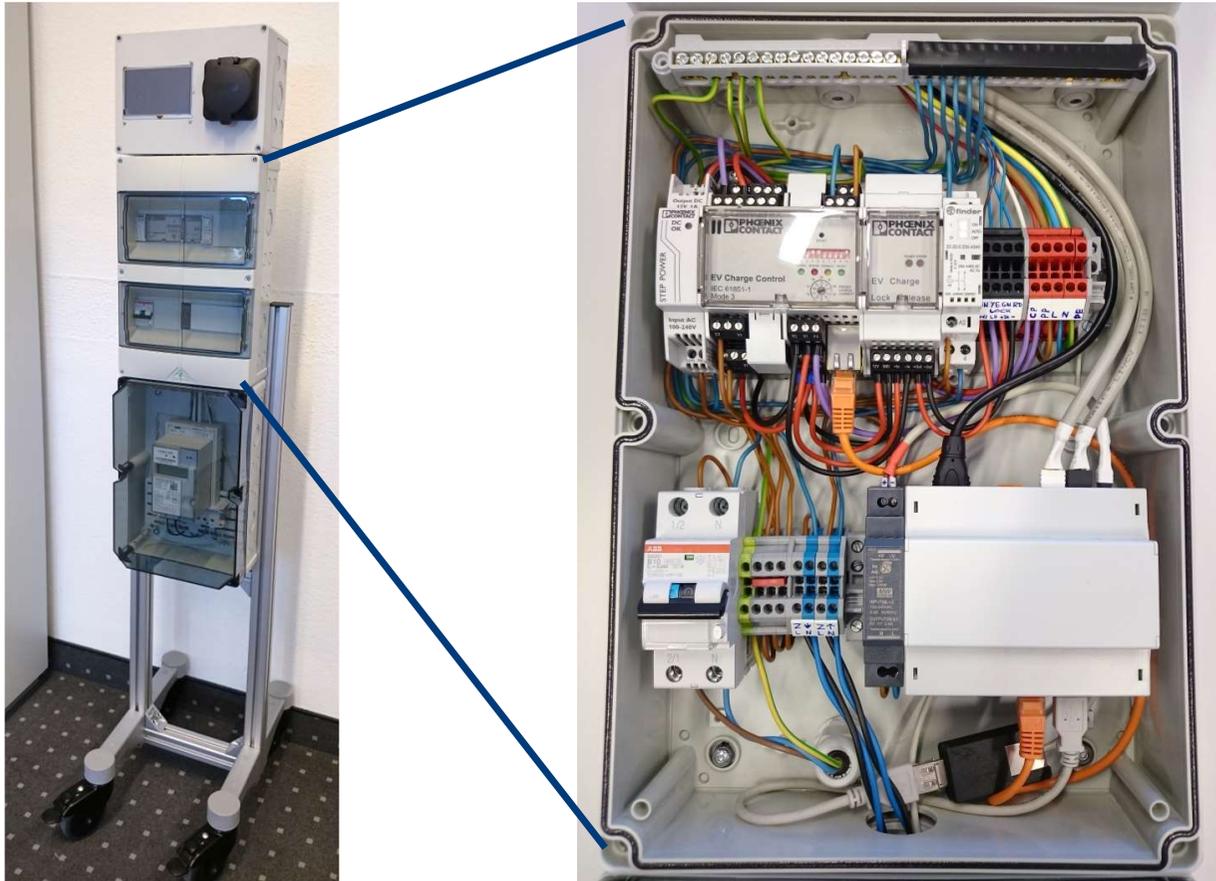
- Erfüllung der eichrechtlichen Anforderungen
 - Anzeige und Bedienung: Benutzeroberfläche und Touchscreen
 - Dauerhafte Speicherung und nachträglicher Abruf möglich
 - Manipulationsschutz
 - Moderne Messeinrichtung
 - Network Time Security
 - Signatur über Datensätze



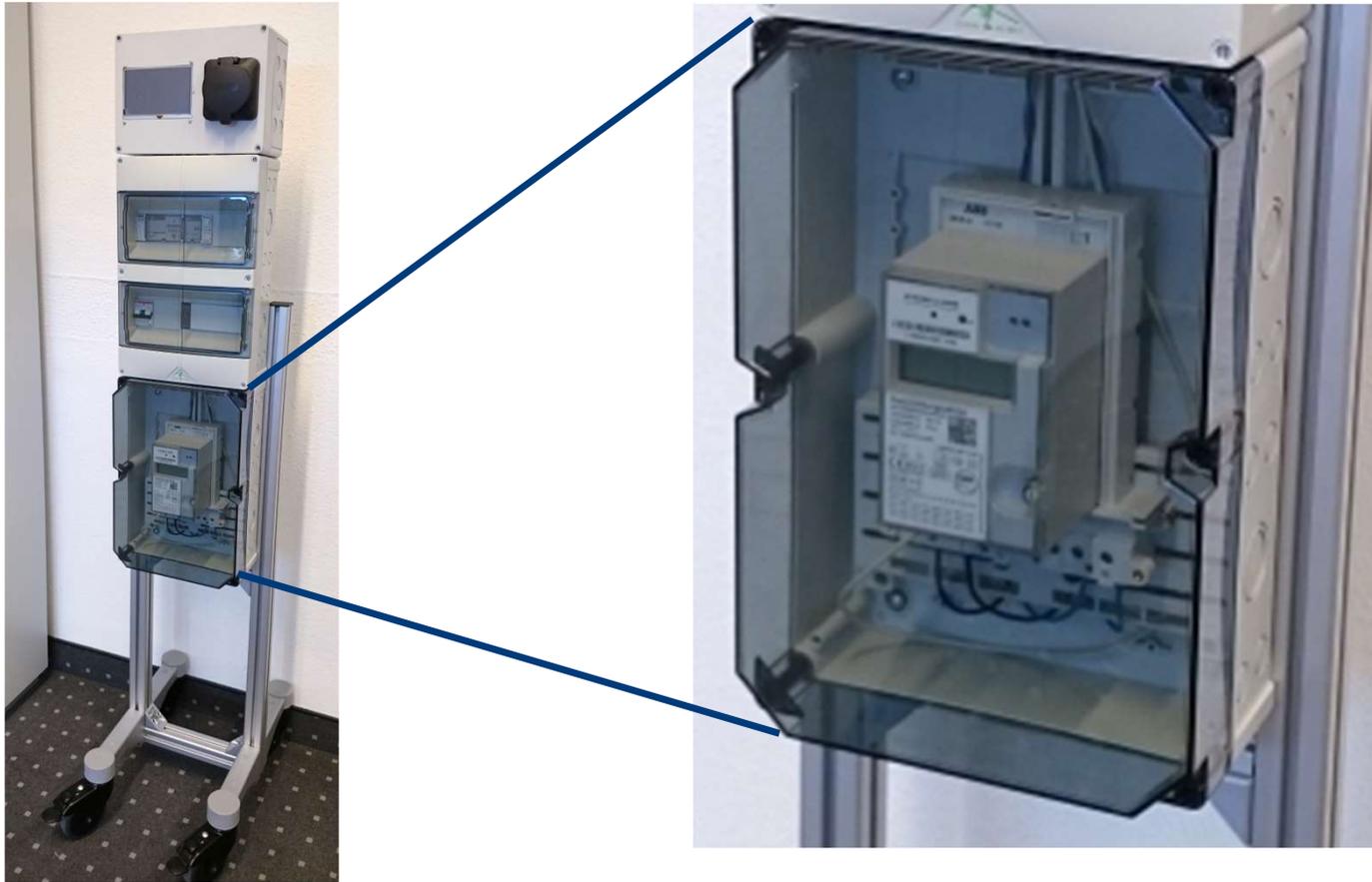
Praktische Umsetzung



Praktische Umsetzung



Praktische Umsetzung



Stand 2020

Stand heute

„Fortschritte bei DC-Ladeinfrastruktur“

„[...] bietet eichrechtskonforme Lösung“

„Eichrechtkonformes Laden [...] jetzt Realität“

 **2020**

Stand heute

- Viele Hersteller bieten mittlerweile eichrechtlich konformes AC-Laden an
- Erste zertifizierte DC-Zähler verfügbar
 - Weitere DC-Ladesäulen in Aussicht
- Unterschiedliche Herangehensweisen bei Speicherung und Prüfung:
 - Komplette lokal mit Prüfung vor Ort
 - Signierung im Backend, Prüfung über Transparenzsoftware
 - Beides



Zusammenfassung

Zusammenfassung

- Wichtig für das eichrechtskonforme Laden ist die Nachprüfbarkeit
 - Vollständige Anzeige
 - Eindeutige Identifikation
 - Zeitstempelung
 - Signierung
 - Dauerhafte Speicherung

Zusammenfassung

- Entwicklung und Realisierung eines Konzeptes für eichrechtskonformes Laden
 - Messwerterfassung über eine moderne Messeinrichtung
 - Sichere Zeitsynchronisation mit NTP + NTS
 - Wird demnächst zum Standard
 - Signierung und Speicherung
 - Praktische Umsetzung als AC-Ladesäule

Zusammenfassung

- Eichrechtlich konformes AC-Laden heute möglich
 - Viele Lösungen vorhanden
- DC-Laden nach kWh in greifbarer Nähe
 - Zertifizierte DC-Zähler verfügbar



Ostfalia

Hochschule für angewandte
Wissenschaften

Fakultät Elektrotechnik

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Haben Sie Fragen?

Kontakt:

Kai Heine, M.Eng.

E-Mail: ka.heine@ostfalia.de

Prof. Dr.-Ing. Rainer Bermbach

E-Mail: r.bermbach@ostfalia.de

Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften

– Hochschule Braunschweig/Wolfenbüttel · Salzdahlumer Str. 46/48 · 38302 Wolfenbüttel

Network Time Security

- Einbettung von NTS-Inhalten in NTP-Erweiterungsfeldern
 - Replay-Schutz
 - Cookies enthalten Zustandsinfo
 - Integritätsschutz

