



AUTOMOTIVE, INFRASTRUCTURE  
& TRANSPORTATION

# Schulungseminar zum Einstieg in die E-Mobility Ladestrategie und Regelungstechnik

Ort , Datum

Trainer: Kubilay Canaltay

Mitgearbeitet an der Entwicklung des Trainings haben: Loßin Stefan  
Claas, Kubilay Canaltay

Entwickelt für Schulungszyklus eMobility 2013

# Inhalt

## 1. Laden

1. Überblick EV / Netz
2. Vergleich AC/DC Laden
3. Ladeschnittstellen
4. Lademodi
5. Steuerung/Kommunikation
6. Induktives Laden

## 2. Regelung

1. Übersicht HV Speicher
2. Constant Current / Constant Voltage
3. Ladedauervergleich
4. Case Study: CHAdeMO Ladevorgang mit Mitsubishi Imiev

# 1 // Laden

## 1. Laden

1. **Überblick EV / Netz**
2. AC/DC
3. Ladeschnittstellen
4. Lademodi
5. Steuerung/Kommunikation
6. Induktives Laden

## 1.1 Überblick EV / Netz

- E-Netz:

- Wechselstrom
- 250V (EU)

- E-FZG:

- HV Speicher
- Gleichstrom

- Antrieb
- Wechselstrom

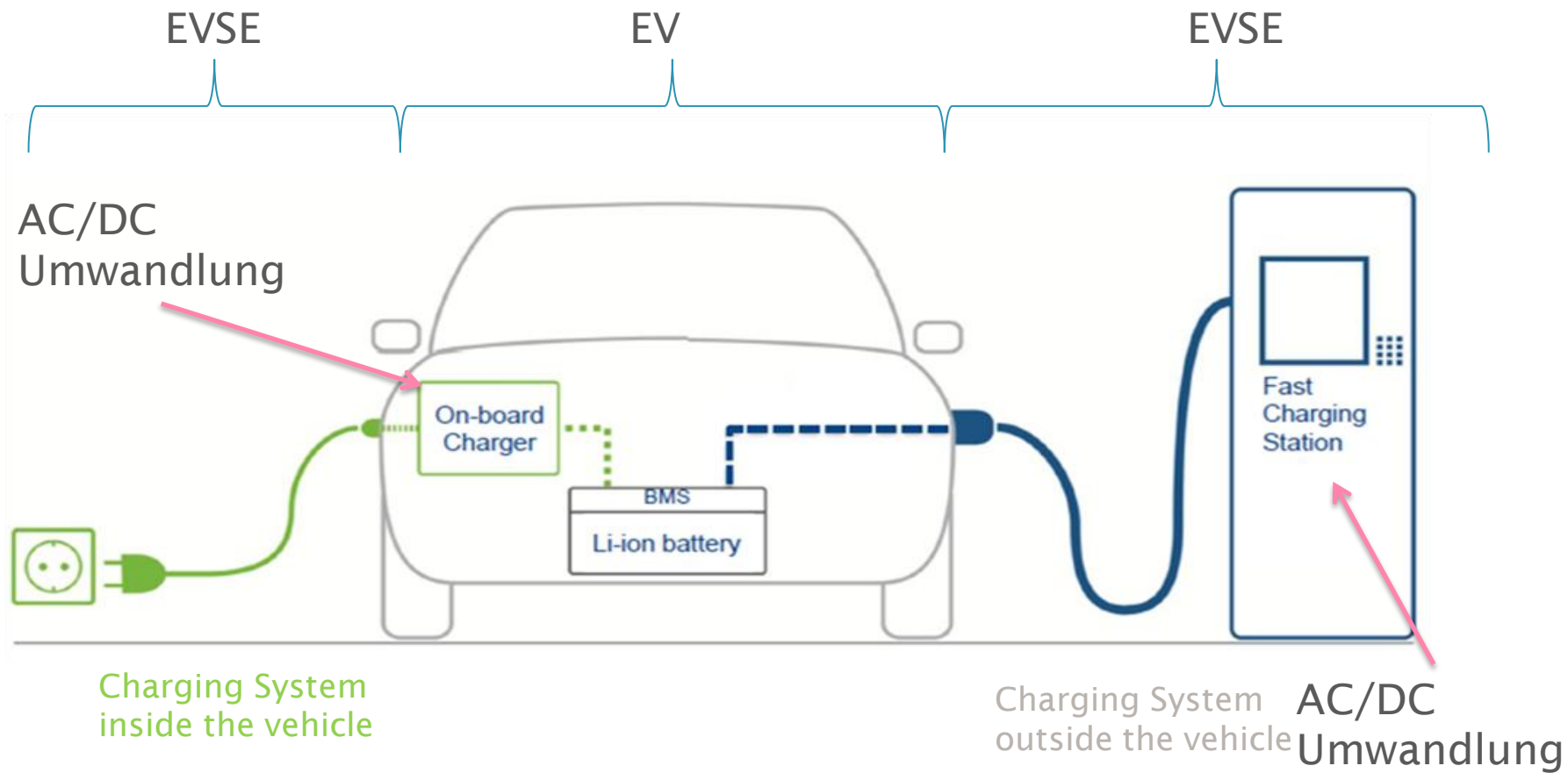


# 1 // Laden

## 1. Laden

1. Überblick EV / Netz
- 2. AC/DC**
3. Ladeschnittstellen
4. Lademodi
5. Steuerung/Kommunikation
6. Induktives Laden

## 1.2 Vergleich AC / DC Laden

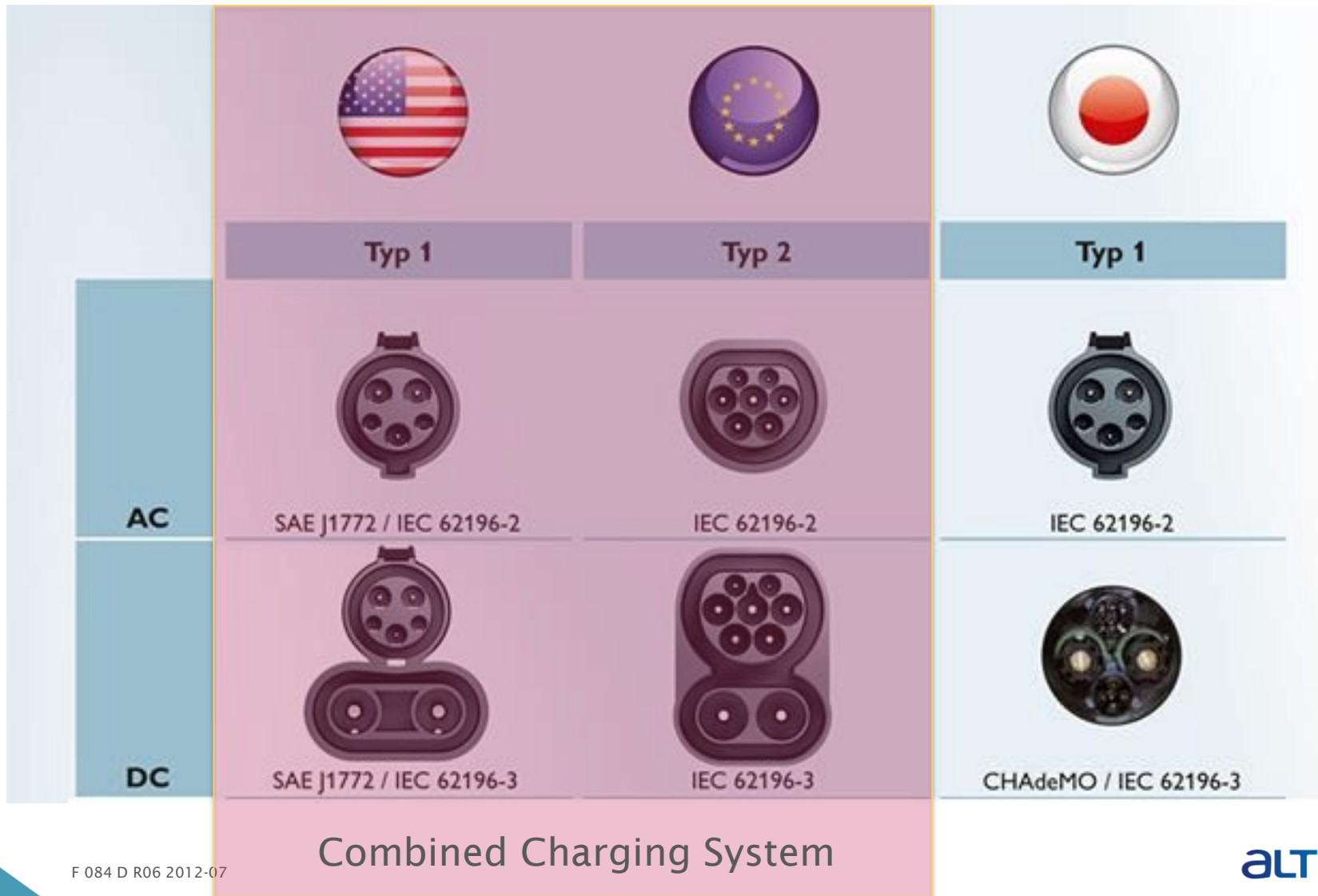


# 1 // Laden

## 1. Laden

1. Überblick EV / Netz
2. AC/DC
- 3. Ladeschnittstellen**
4. Lademodi
5. Steuerung/Kommunikation
6. Induktives Laden

## 1.3 Ladeschnittstellen





## 1.3 Ladeschnittstellen

### Combined Charging

BMW, VW, MB

EV benötigt nur eine Ladedose „Combined“

High Level Communication über PLC

### CHAdeMO

Tepco, Toyota, Subaru, Mitsubishi, Nissan

EV benötigt separate AC und DC Ladedose

High Level Communication über CAN

Leistungsbereich identisch  
50kW (125A, 500V)



SAE International


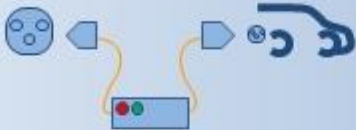
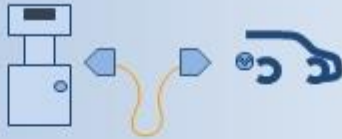
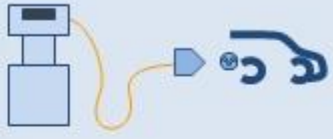





# 1 // Laden

## 1. Laden

1. Überblick EV / Netz
2. AC/DC
3. Ladeschnittstellen
- 4. Lademodi**
5. Steuerung/Kommunikation
6. Induktives Laden

## 1.4 Lademodi

Die Lademodi basieren auf den Spezifikationen der IEC61851-1

Mode 1	Mode 2	Mode 3	Mode 4
			
AC-Laden. Steckdosen mit: $I < 16A$ $U < 250V$ @1ph/480 @3ph	AC-Laden. Kabel mit Steuerbox. Steckdosen mit: $I < 32A$ $U < 250V$ @1ph/480 @3ph	AC-Laden <b>Kabellose</b> Ladestation	<b>Spezifisch für DC-Laden</b>
Keine Steuerung	Steuerung in der <u>in-cable-box</u>	Steuerung in der Station	Steuerung in der Station
			
Max. Leistung: 1-Phasig: 3,7kW 3-Phasig: 11,1kW	Max. Leistung: 1-Phasig: 7,4kW 3-Phasig: 22,2kW	Max. Leistung: 1-Phasig: 14,5kW 3-Phasig: 43,5kW	Max. Leistung: 50kW*
			

# 1 // Laden

## 1. Laden

1. Überblick EV / Netz
2. AC/DC
3. Ladeschnittstellen
4. Lademodi
5. **Steuerung/Kommunikation**
  1. AC Basic – PWM Only
  2. AC mit PLC
  3. DC Combined Charging
  4. DC CHAdeMO

## 1.5.1 AC Basic – PWM Only



- Use-Case: Typischer Ladevorgang des EVs an der Haussteckdose oder Home Wallbox

- Mode 2 oder 3 möglich



## 1.5.1 AC Basic – PWM Only



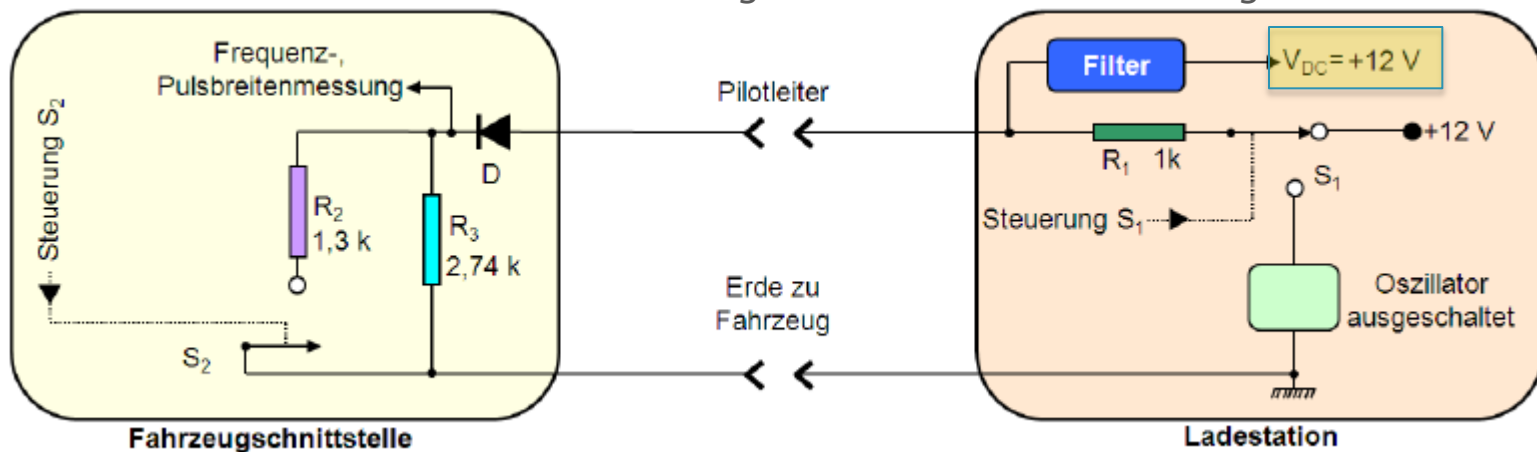
- Auf Pilot wird dauerhaft 12V EVSE-seitig angelegt

- Durch EV-seitigen Widerständen wird  $V_{DC}$  beim Einstecken 9V.

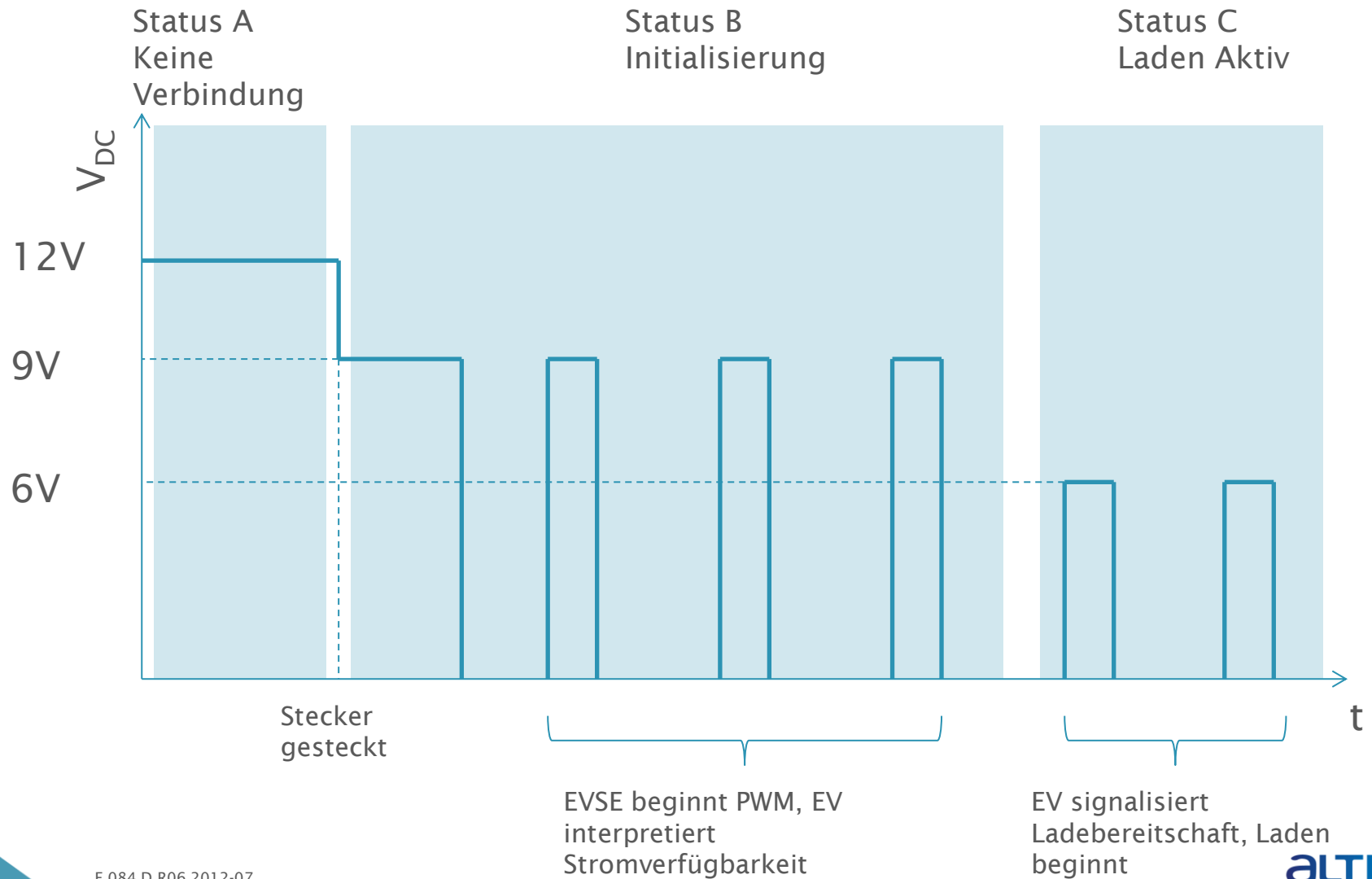
- EVSE erkennt EV ist angeschlossen und beginnt auf dem Pilot eine PWM.

- Vom PWM erkennt EV den verfügbaren AC Strom.

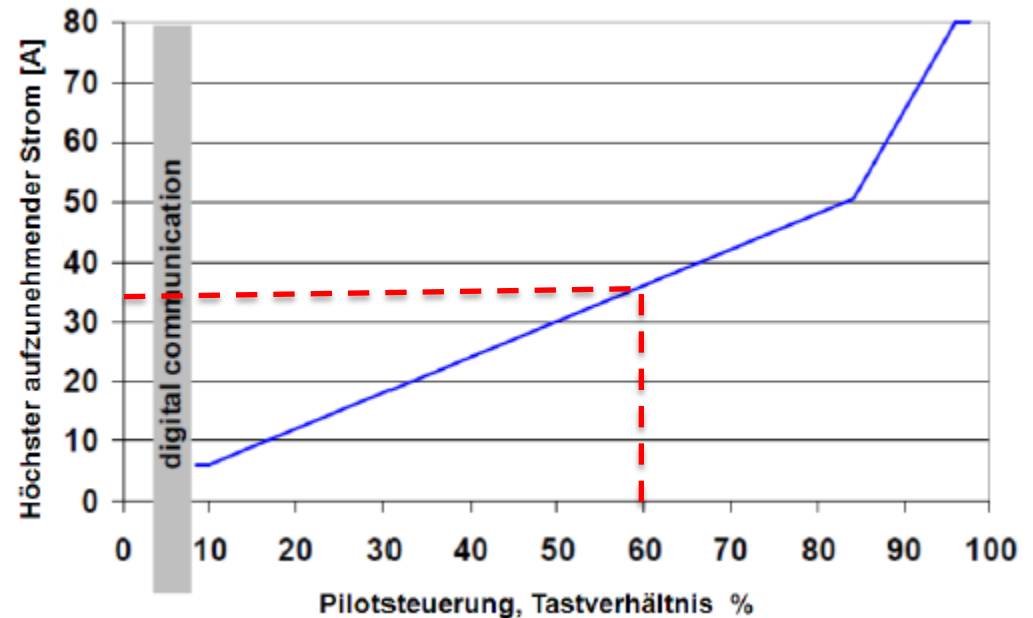
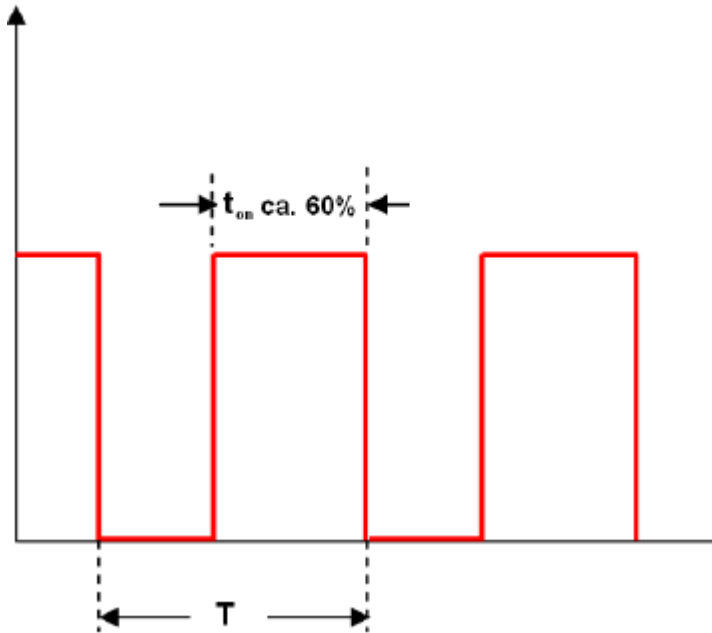
- Durch zuschalten vom weiteren EV Widerstand wird  $V_{DC}$  6V, somit wird die Ladebereitschaft signalisiert und das Laden beginnt.



## 1.5.1 AC Basic – PWM Only



## 1.5.1 AC Basic – PWM Only



EVSE teilt den maximalen Strom das EV aus dem AC-Netz beziehen kann, durch das Tastverhältnis vom  $V_{DC}$

Begrenzungen entstehen durch z.B. Uhrzeit, Kabelbeschaffenheit, oder anderen Gründen

PWM @ 1 kHz



# 1 // Laden

## 1. Laden

1. Überblick EV / Netz
2. AC/DC
3. Ladeschnittstellen
4. Lademodi
5. **Steuerung/Kommunikation**
  1. AC Basic – PWM Only
  2. **AC mit PLC**
  3. DC Combined Charging
  4. DC CHAdeMO

## 1.5.2 AC – Mit PLC



- In Fällen, in denen sich die Kommunikation nicht nur auf die Steuerung des Ladevorgangs beschränkt, sondern zusätzliche Informationen wie z.B. ID's zur Verifikation von Vertragsdaten gegenüber Energieversorgern übertragen werden müssen, wird zusätzlich zum Pilot Signal eine High Level Kommunikation (HLC) verwendet.

- Basierend auf der Powerline Communication (PLC), die überwiegend in Privathaushalten zu finden ist, wird ein Kommunikationskanal zwischen Fahrzeug und Ladestation etabliert.

- Use-Case: Öffentliche Ladestationen, Parkhaus, usw.

- Mode 3

## 1.5.2 AC – Mit PLC

PLC kennen wir als Datenübertragung über Stromleitung

Achtung: Beim PLC Laden wird es nicht über Stromleitung (L1) gesendet, sondern Pilotleitung!

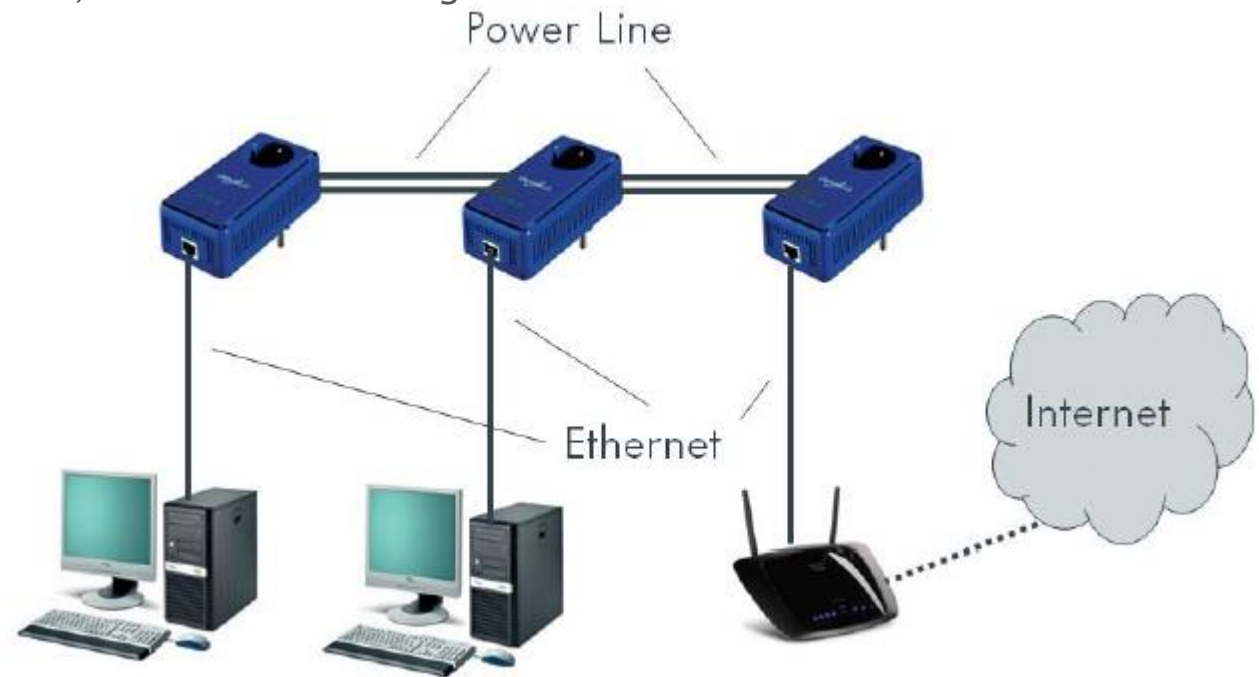


### Mehrwert PLC:

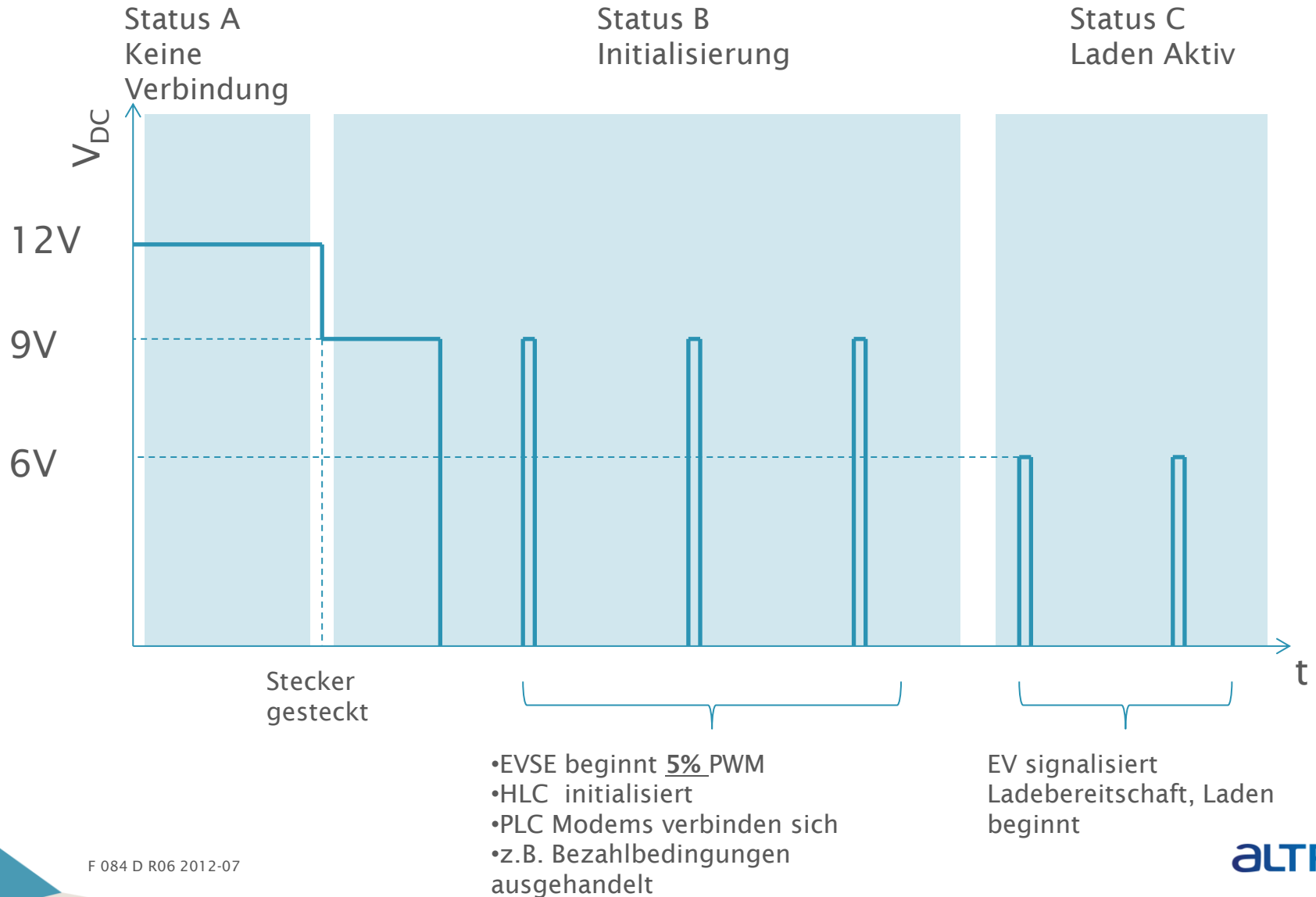
- Automatisierte Zahlung
- Internetzugang, Smartphone App
- Vehicle to Grid Communication für Smart Grid Load Management

### Problematik PLC

- Crosstalk (Vermeidbar durch SLAC)



## 1.5.2 AC – Mit PLC



# 1 // Laden

## 1. Laden

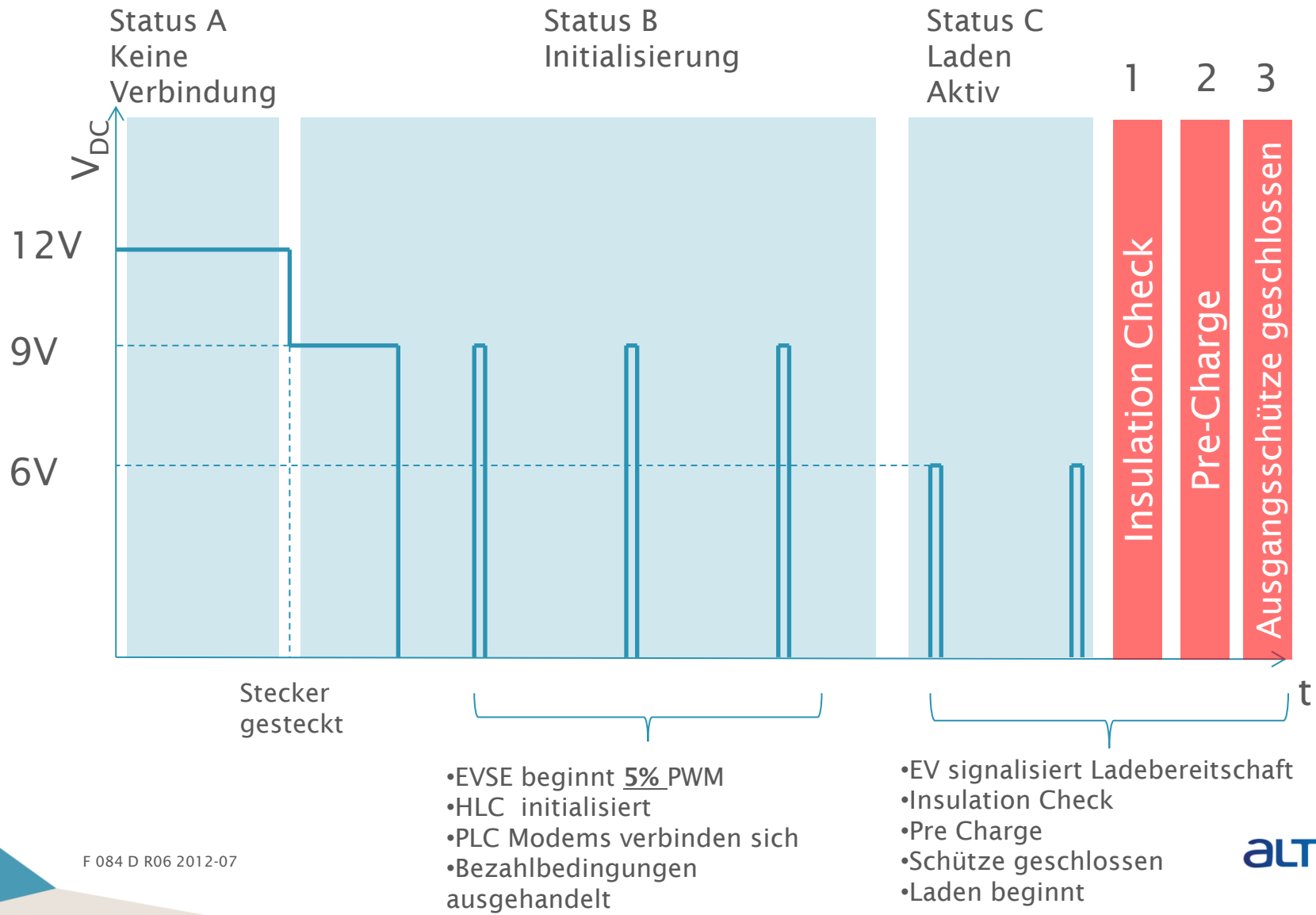
1. Überblick EV / Netz
2. AC/DC
3. Ladeschnittstellen
4. Lademodi
5. **Steuerung/Kommunikation**
  1. AC Basic – PWM Only
  2. AC mit PLC
  3. **DC Combined Charging**
  4. DC CHAdeMO

## 1.5.3 DC Combined Charging



- Initialisierung wie beim AC PLC
  - 5% PWM
  - Status A, B, C
- Gefolgt von Insulation Check und Pre-Charge
- Master-Slave Verhältnis
  - EV fordert gewünschten Strom an, EVSE liefert.
- Mode 4
- Use-Case: Schnell, aber nicht unbedingt immer voll, laden an öffentlichen Ladesäulen.

## 1.5.3 DC Combined Charging



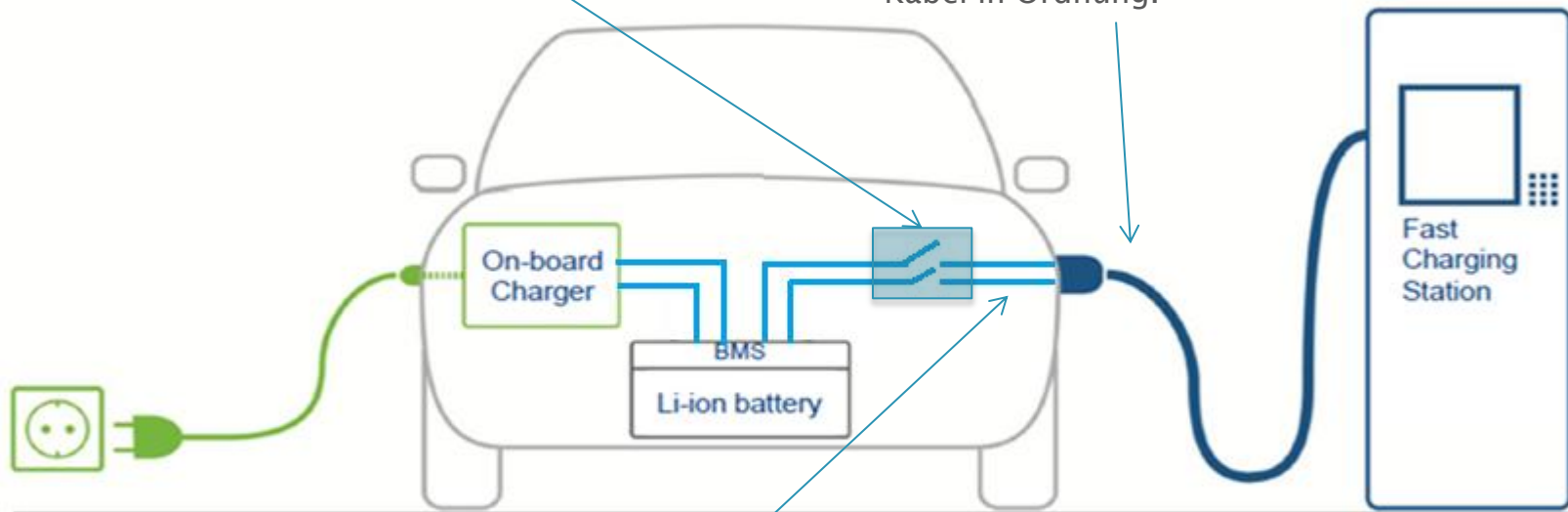
## 1.5.3 DC Combined Charging

### 3- EV Ausgangsschütze

Verbindet EV und EVSE DC Kreis

### 1- Insulation Check

- Mit offener Schütze wird eine Testspannung an Ladekabel gelegt
- Falls kein Strom fließt, ist das Kabel in Ordnung.



### 2- Pre-Charge:

- Bevor die Schütze geschlossen wird, passt die Ladestation ihre Spannung an die von der EV an.
- Somit wird Stromfluss in die falsche Richtung vermieden.

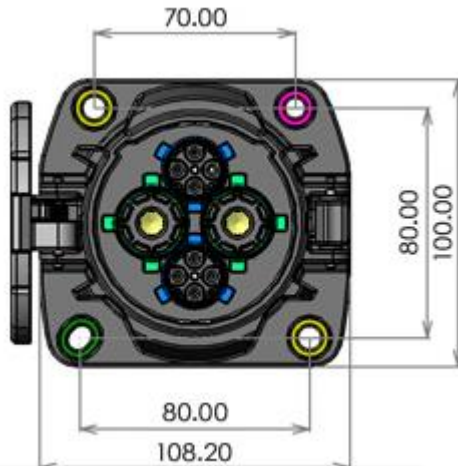


# 1 // Laden

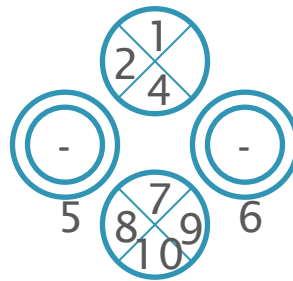
## 1. Laden

1. Überblick EV / Netz
2. AC/DC
3. Ladeschnittstellen
4. Lademodi
5. **Steuerung/Kommunikation**
  1. AC Basic – PWM Only
  2. AC mit PLC
  3. DC Combined Charging
  4. **DC CHAdeMO**

## 1.5.4 DC CHAdemo

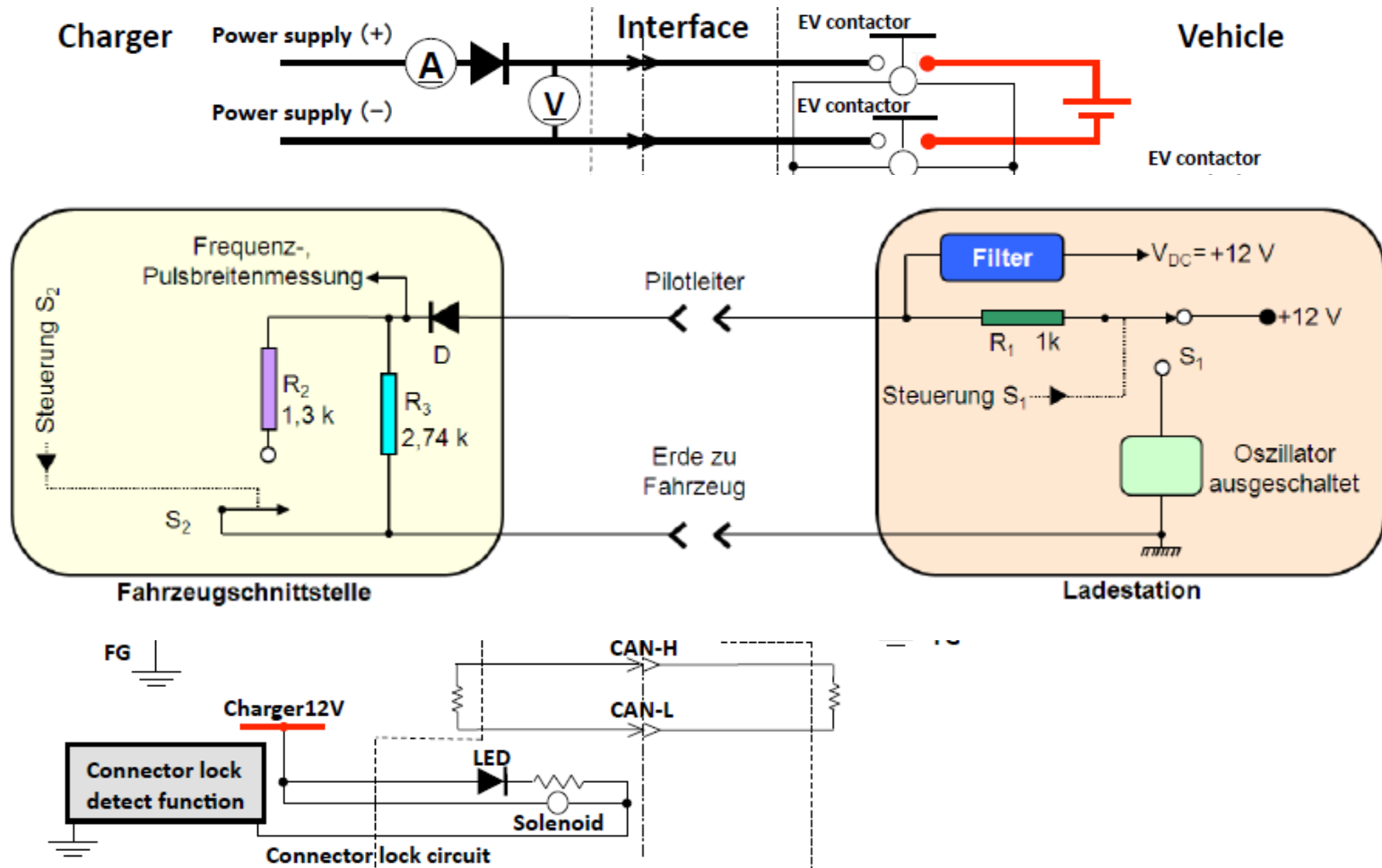


Steckdose Pin	Beschreibung
1	Ground
2	Control EV-Relay 1
3	Blank
4	Charge Readiness
5	DC-
6	DC+
7	Proxi
8	CAN High
9	CAN Low
10	Control EV-Relay 2



- Japan DC Lade-Standard
- Kein PLC, Kein PWM,
- HLC folgt über CAN
- Master-Slave Verhältnis, wie beim Combined Charging
  - EV fordert gewünschten Strom an, EVSE liefert.
- Mode 4
- Use-case: Schnell, aber nicht unbedingt immer voll, laden an öffentlichen Ladesäulen.

## 1.5.4 DC CHAdeMO



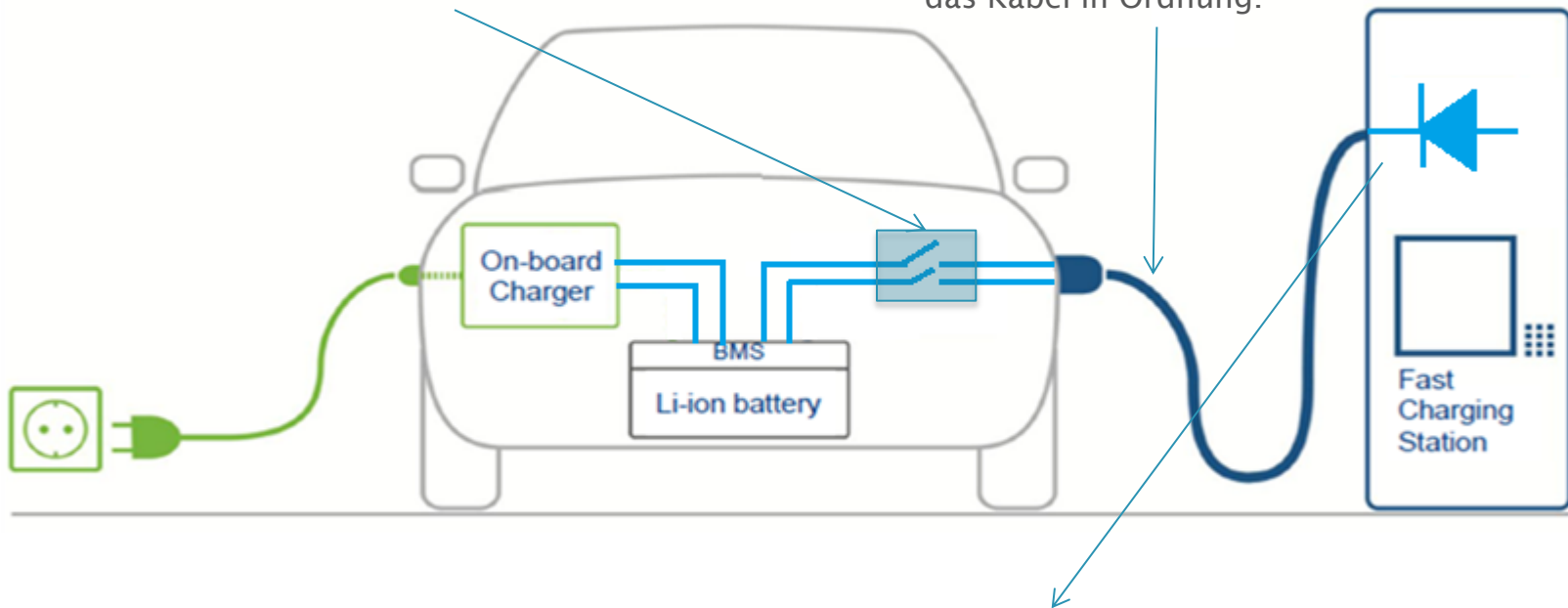
## 1.5.4 DC CHAdeMO

### EV Ausgangsschütze

Verbindet EV und EVSE DC Kreis

### Insulation Check

- Mit offener Schütze wird eine Testspannung an Ladekabel gelegt
- Falls kein Strom fließt, ist das Kabel in Ordnung.



Kein Pre-Charge notwendig,  
Diode sichert gegen falsche  
Stromrichtung.

# 1 // Laden

## 1. Laden

1. Überblick EV / Netz
2. AC/DC
3. Ladeschnittstellen
4. Lademodi
5. Steuerung/Kommunikation
6. **Induktives Laden**

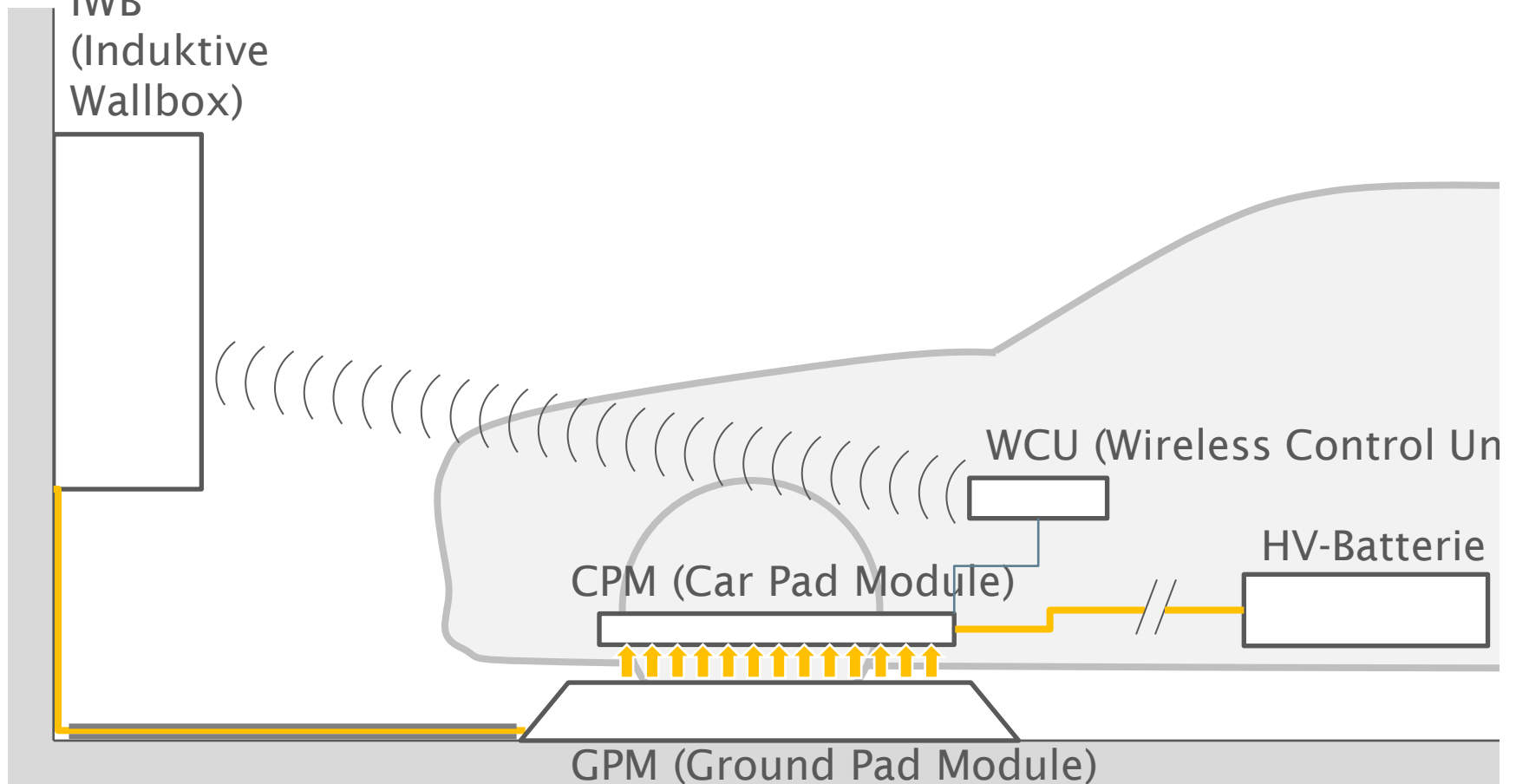
## 1.6 Induktives Laden



- Kabellose Energieübertragung
- Kein internationaler Standard vorhanden
- Lokaler Einsatz / Projekte realisiert
- Leistung vergleichbar mit Mode 2 AC Laden
- Use-case: Öffentliche Parkplätze / Bushaltestellen
- Vorteile: Automatisiertes Laden/Keine Säule notwendig → keine Unansehnlichkeit / kein Vandalismus
- Nachteile: Genaues Parken erforderlich / geringe Ladeleistung

## 1.6 Induktives Laden

IWB  
(Induktive  
Wallbox)



Die induktive Resonanztechnik nutzt das zwischen zwei Magnetspulen entstehende Feld, um die Batterien des Fahrzeugs während des Parkens aufzuladen.

# 2 // Regelung

## 2. Regelung

1. Übersicht HV Speicher
2. Constant Current / Constant Voltage
3. Ladedauervergleich
4. Case Study: CHAdeMO Ladevorgang mit Mitsubishi Imiev



## 2. Regelung

### Szenario:

Wir wollen eine leere 50kWh  
Batterie mit 50kW Ladestation  
laden, wie lange dauert es?

Antwort: Nicht 1 Stunde,  
sondern deutlich mehr.

Aufklärung folgt!

## 2.1 Übersicht HV Speicher

### Spannungsbereich

Eine HV Batterie entsteht aus mehreren einzelnen Zellen

Z.B. hat eine Li-Ion Zelle einen Nutzbereich 2,7–4,1V.

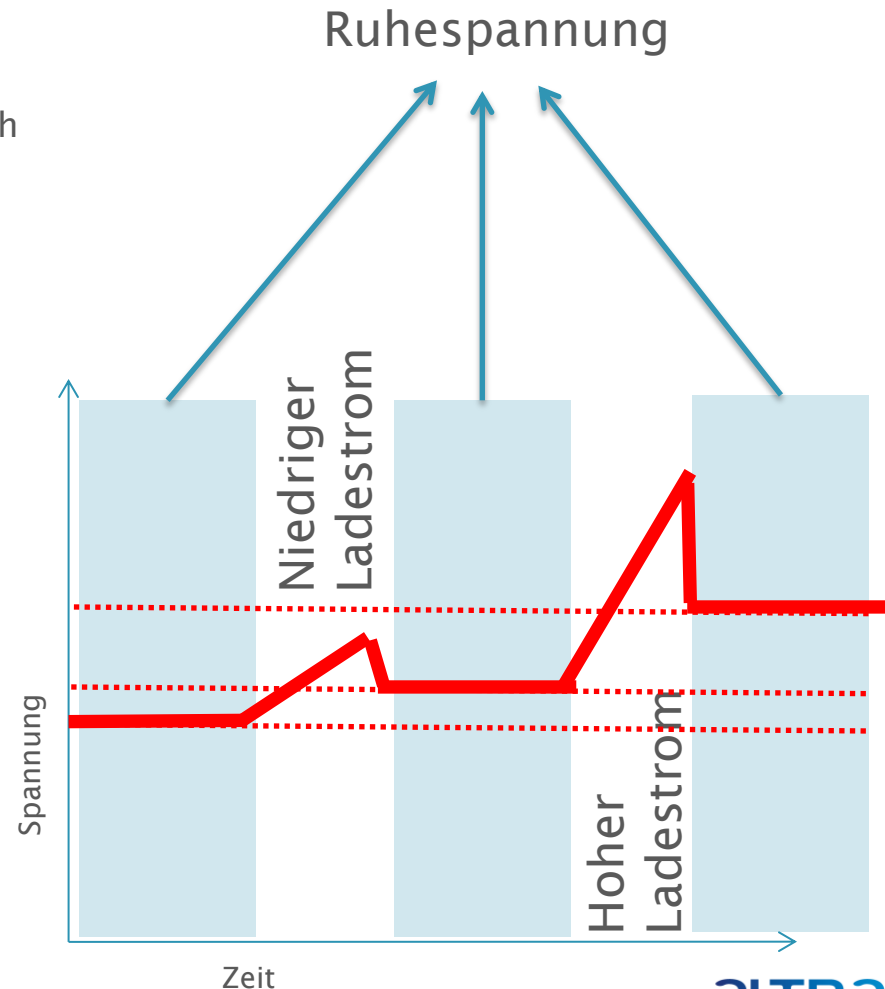
Bei 100 Zellen in Serie ergibt sich 270–410V.

### Hysteresese

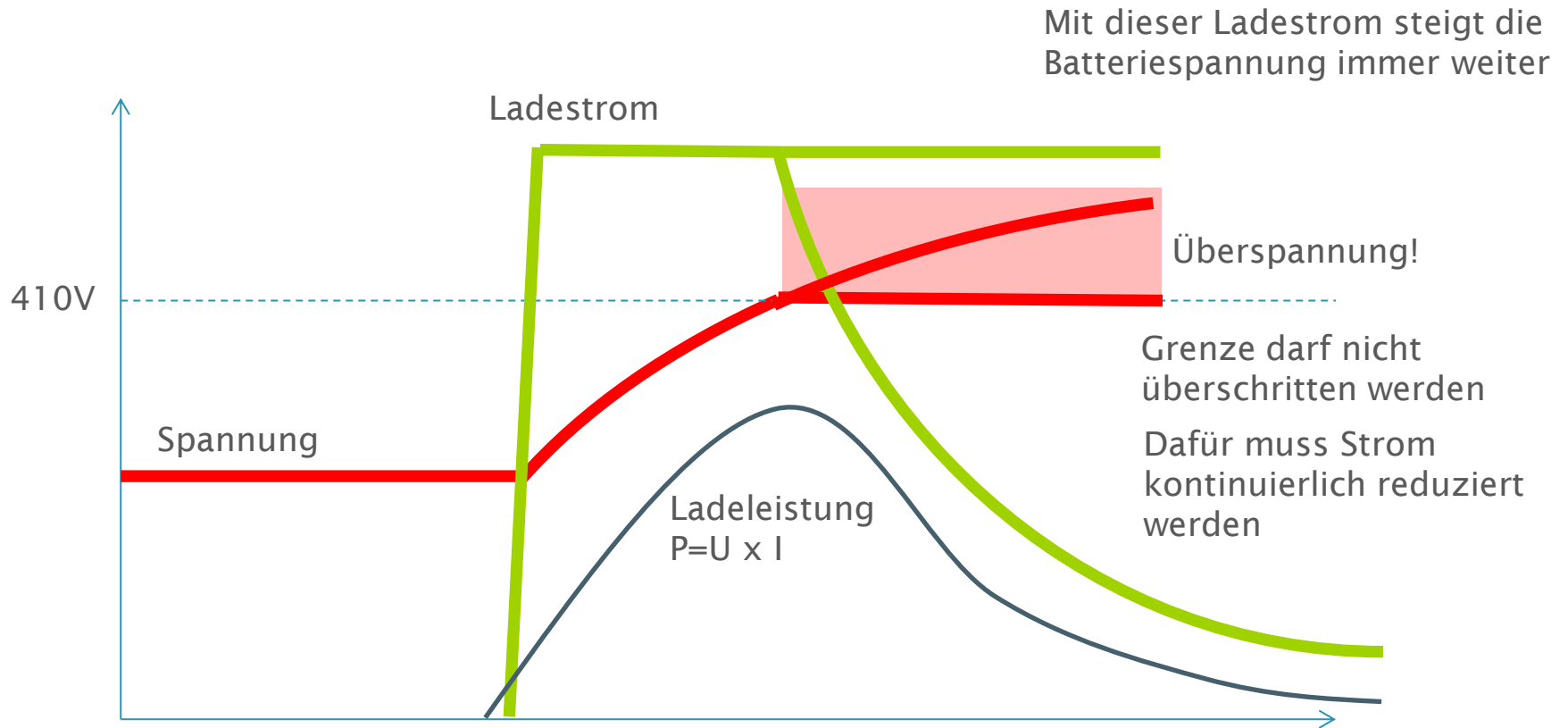
Ruhespannung kann deutlich weniger als momentane Ladespannung sein.

D.h. je schneller wir laden desto höher steigt die momentane Spannung der Batterie.

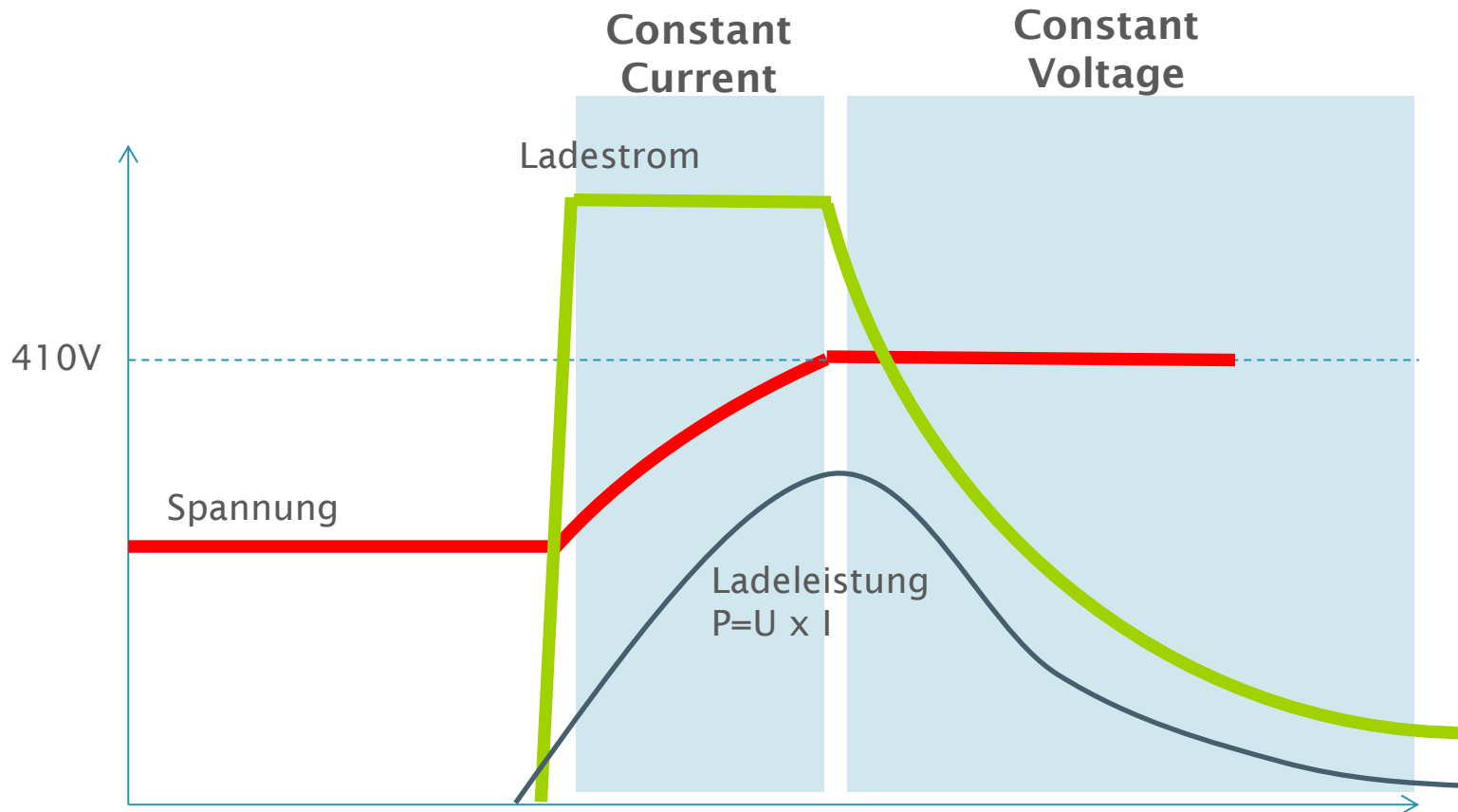
Bei Wegnahme der Ladestrom sinkt die Spannung wieder in Abhängigkeit der Größe des Ladestroms



## 2.2 Constant Current / Constant Voltage



## 2.2 Constant Current / Constant Voltage



Peak Ladeleistung wird nur kurzzeitig erhalten

## 2. Regelung

### Szenario:

Wir wollen eine leere 50kWh  
Batterie mit 50kW  
Ladestation laden, wie lange  
dauert es?

Antwort: Nicht 1 Stunde,  
sondern deutlich mehr.

### Aufklärung:

Eine 50kW Ladestation lädt nicht dauerhaft mit 50kW  
Leistung.

Die Peak-Leistung wird erreicht aber dann sinkt sie  
ständig bis Ladeende

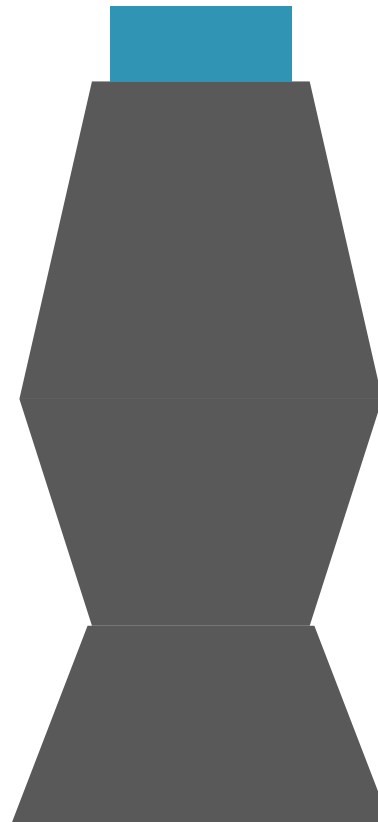
## 2.2 Constant Current / Constant Voltage

Damit ihr es niemals vergisst

Laden vom HV Speicher hat  
Ähnlichkeiten mit Füllen von  
einem Becher mit Limonade.

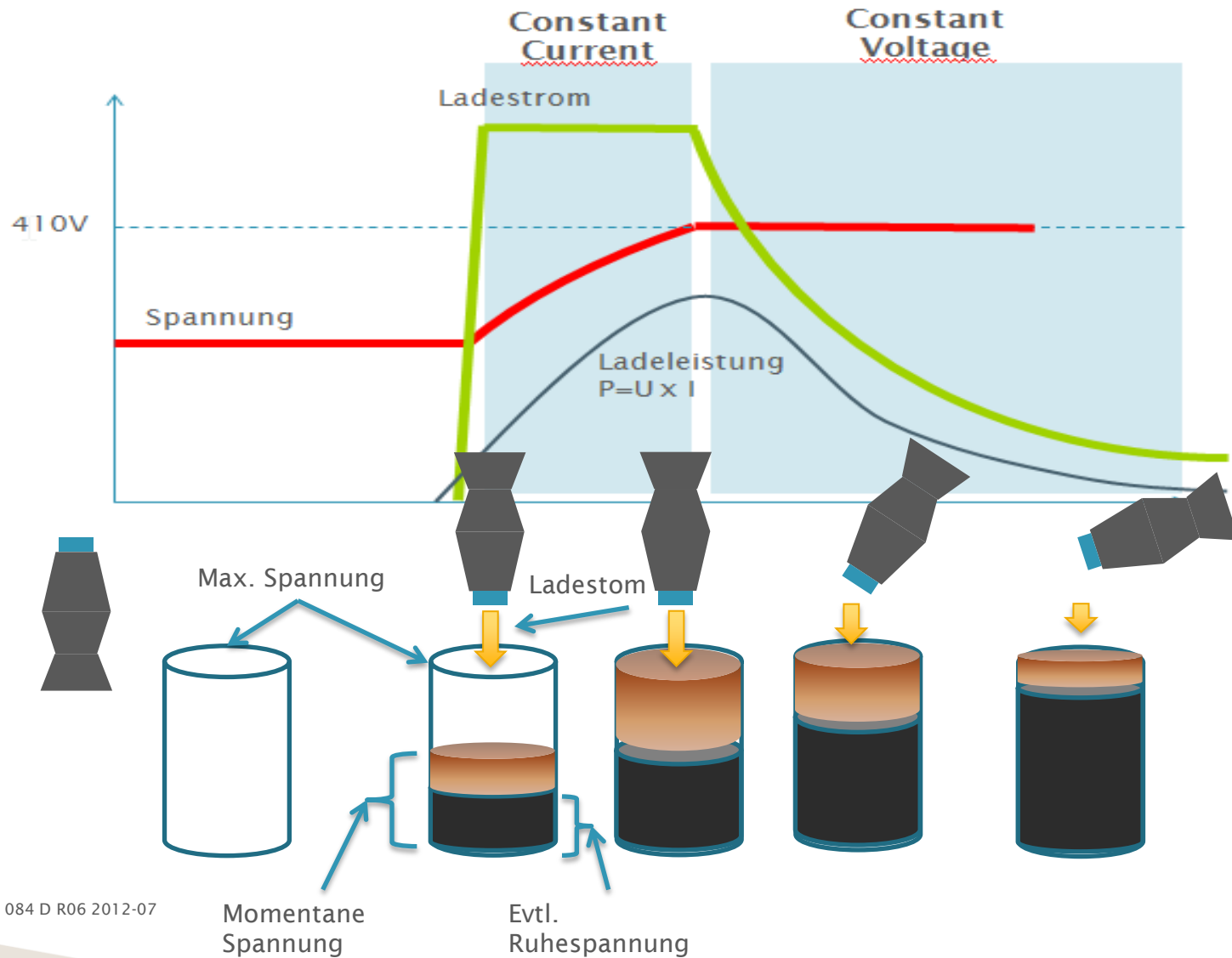


Becher

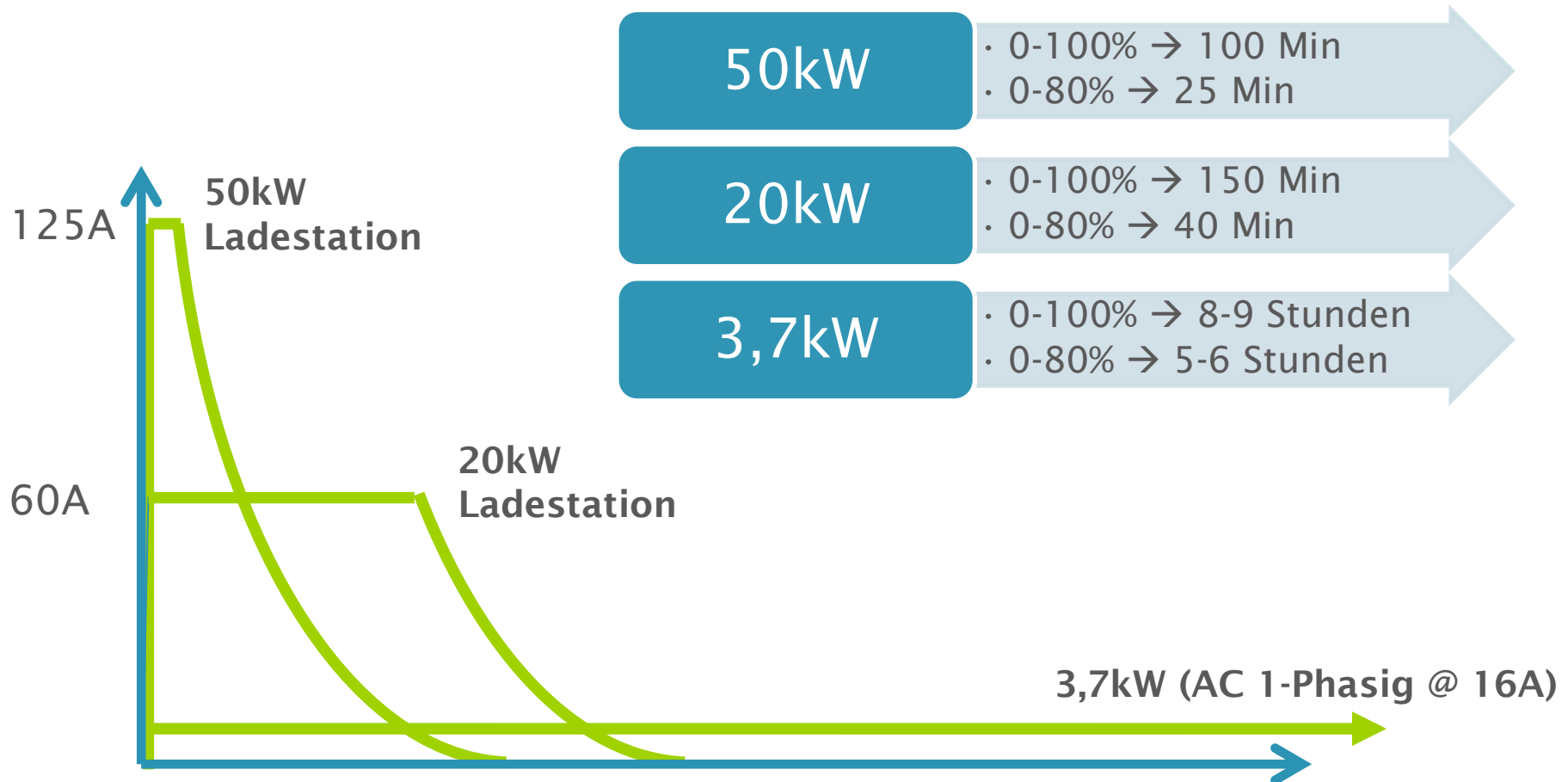


Limo

## 2.2 Constant Current / Constant Voltage



## 2.3 Ladedauervergleich





## 2.4 Case Study – Mitsubishi Imiev / CHAdeMO Ladevorgang

### Ziele der Case Study:

Wiederholung folgender Themen:

- Ladeschnittstelle
  - Lademodus
  - Berechnung HV Speicher  
Maximalspannung
- 
- Anhand Spannung/Stromkurven,  
Identifizierung von folgenden:
    - Insulation Check
    - Schliessen der  
Ausgangsschütze
    - Master/Slave Verhältnis
    - Constant Current/Voltage  
Bereich



## 2.4 Case Study – Mitsubishi Imiev / CHAdeMO Ladevorgang

Technische Daten Mitsubishi i-MiEV			
<b>Motor</b>			
Typ			Permanentmagnetisierter Synchronmotor
Einbaulage			Heckmotor
Nennleistung* (ECE R85)		kW (PS)	35 (48)
max. Leistung* (ECE R85)		kW (PS) bei min <sup>-1</sup>	49 (67) / 2500-8000
max. Drehmoment		Nm bei min <sup>-1</sup>	180 / 0-2000
max. Drehzahl		min <sup>-1</sup>	8000
<b>Batterie- und Ladesystem</b>			
Antriebsbatterie			Lithium-Ionen
Einbaulage			Fahrzeug-Unterboden
Batteriepaket			88 Batteriezellen
			in 22 Modulen mit je 4 Zellen (3,7 V / 50 Ah)
Energiespeicher		kWh	16
Betriebsspannung		V	330
Steuerung			elektr. Umrichter
zusätzliche Batterie (für Steuerungselektronik etc.)		V / Ah	12 / 27
<b>Ladesystem</b>			
Normalladung an Haushaltssteckdose bei 230 V / 16 A			
Ladesteckdose hinten rechts		Steckertyp	DIN IEC 62196-2-1 (SAE J1772 Level 2)
Ladekabel (5 Meter Länge) mit Schalteinrichtung zur Unterbrechung des Ladestromkreises (DIN IEC 61851-1)		Steckertyp	E+F Schuko (CEE 7/7)
Ladedauer 0-100% Kapazität (ca.)		hh:mm	6:00
Schnellladung Gleichstrom mit max. 50 kW an Schnellladestation (Zugangsleitung 3-phasig / 400V)			
Ladesteckdose hinten links		Steckertyp	CHAdeMO Standard
Ladedauer 0-80% Kapazität (ca.)		hh:mm	00:30

## 2.4 Case Study – Mitsubishi Imiev / CHAdeMO Ladevorgang

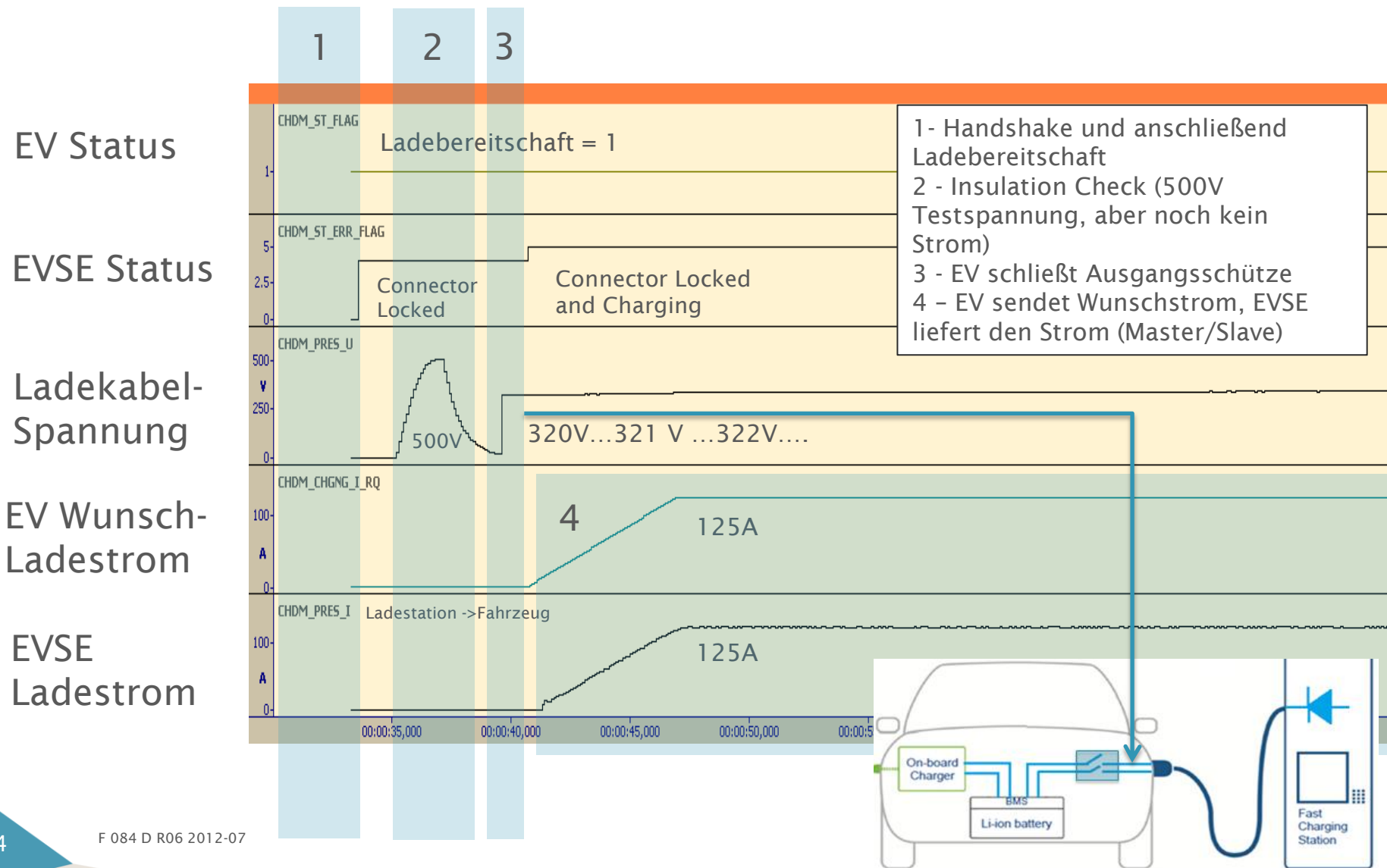
### **Mitsubishi Imiev HV Speicher Zusammenfassung:**

88 Li-Ion Zellen

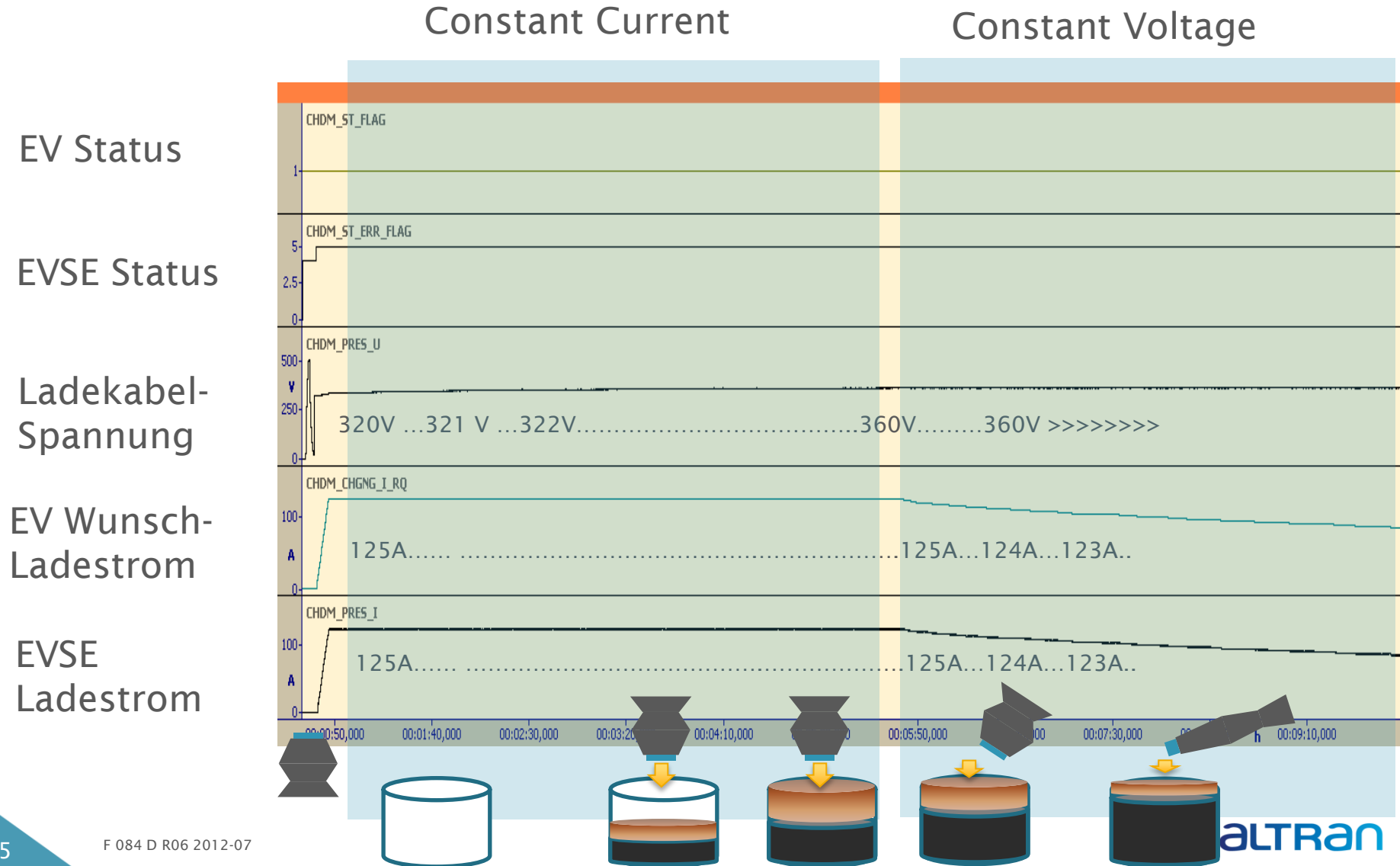
Maximale Ladespannung=

4,1V pro Zelle x 88 Zellen = **360,8V**

## 2.4 Case Study – Mitsubishi Imiev / CHAdeMO Ladevorgang



## 2.4 Case Study – Mitsubishi Imiev / CHAdeMO Ladevorgang



# INNOVATION MAKERS

