

Zukünftige Schnellladesysteme

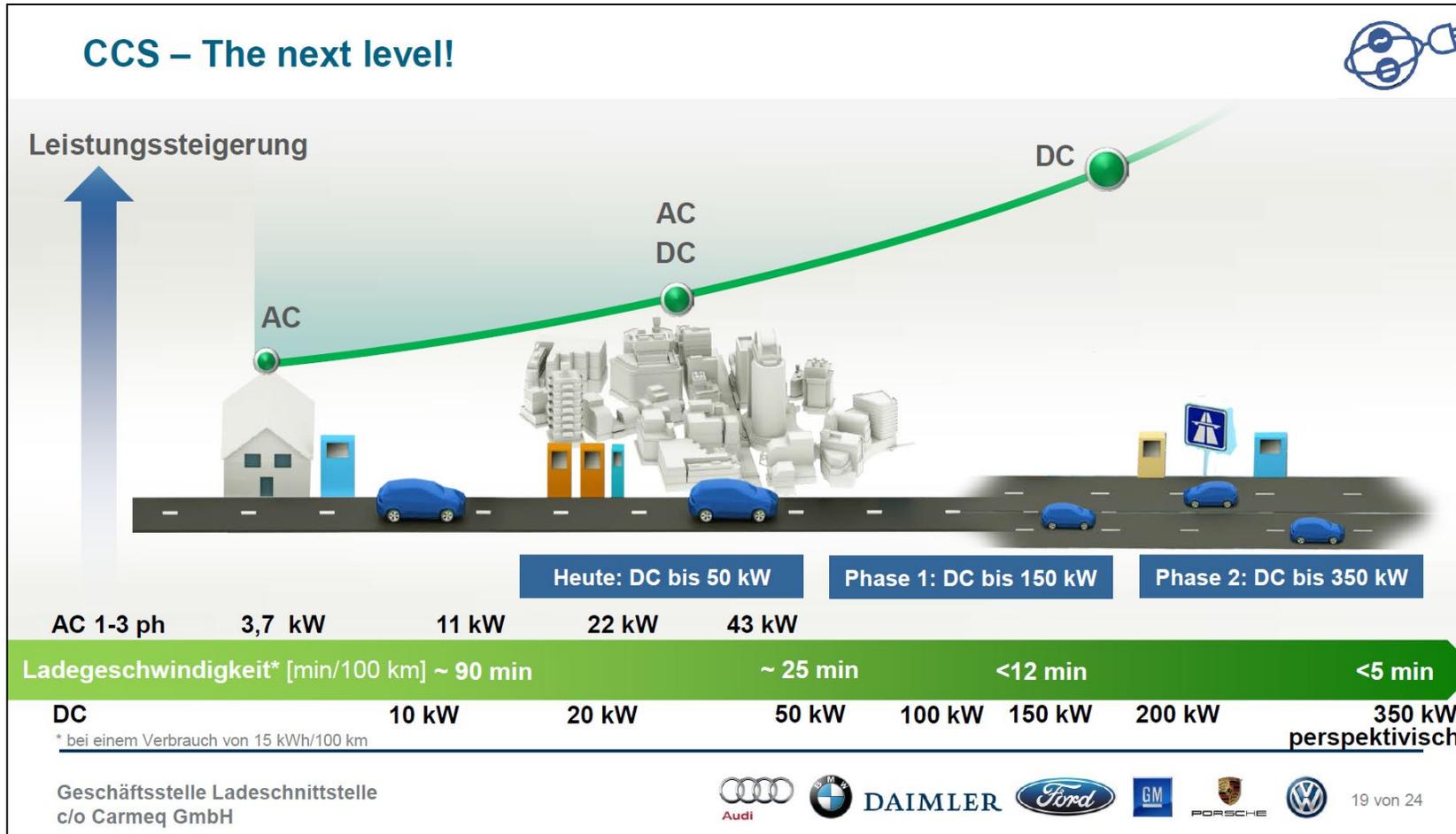
Herausforderungen und Lösungsansätze
Ursel Willrett, Dortmund, November 2018



- Motivation
- DC Ladesysteme
- Herausforderungen für Schnellladesysteme
- Lösungsansätze
- Zusammenfassung

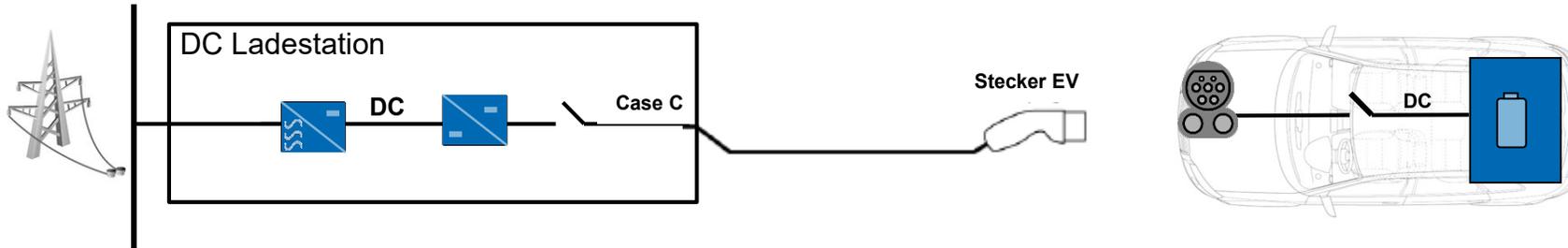
Schnellladen: Status Quo „Ladestecker“

Typ 2	CCS	CHAdeMO	GB/T 20234
			
AC-Laden	DC-Laden	DC-Laden	DC-Laden
$U_{\max} = 400 \text{ V}$, 3-phasig	$U_{\max} = 850 \text{ V}$	$U_{\max} = 600 \text{ V}$	$U_{\max} = 750 \text{ V}$
$I_{\max} = 63 \text{ A}$	$I_{\max} = 200 \text{ A}$	$I_{\max} = 200 \text{ A}$	$I_{\max} = 250 \text{ A}$
$P_{\text{Stecker}} = 43,5 \text{ kW}$	$P_{\text{Stecker}} = 170 \text{ kW}$	$P_{\text{Stecker}} = 120 \text{ kW}$	$P_{\text{Stecker}} = 187,5 \text{ kW}$
Kommunikation = PWM/PLC		Kommunikation = CAN	



Quelle: 19. Internationaler Fachkongress „Fortschritte in der Automobil-Elektronik“, Ludwigsburg, 23./24. Juni 2015

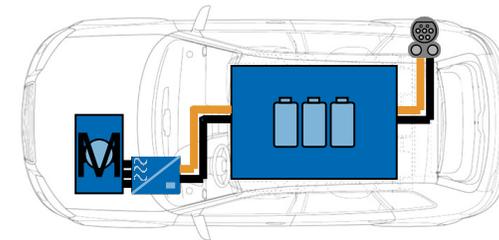
DC-Ladesystem – Alle Komponenten gehören dazu



Source: IAV



Quelle: www.phoenixcontact.de



Ladezeit - Rahmenbedingungen



Ladezeit: $t = \frac{W}{P}$

$$P = U * I$$

W=20 kWh

Leistung [kW]	Ladezeit [min]
50	24
170	7

**Maximale
Spannung?**

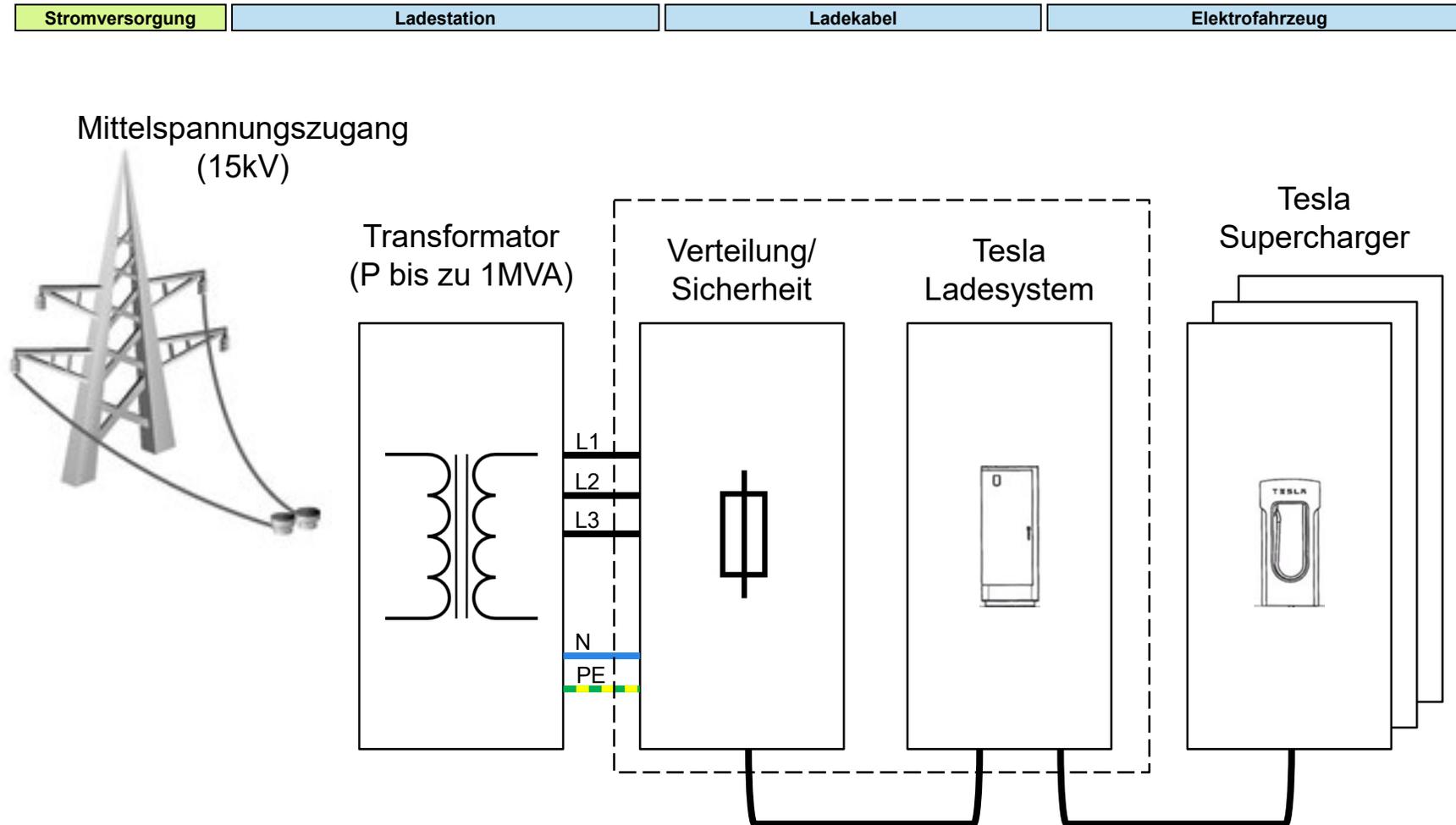
**Maximaler
Strom?**

Verlustleistung?

**Maximale
Größe**

**Maximales
Gewicht?**

Mittelspannungsabgriff - Beispiel Tesla Supercharger

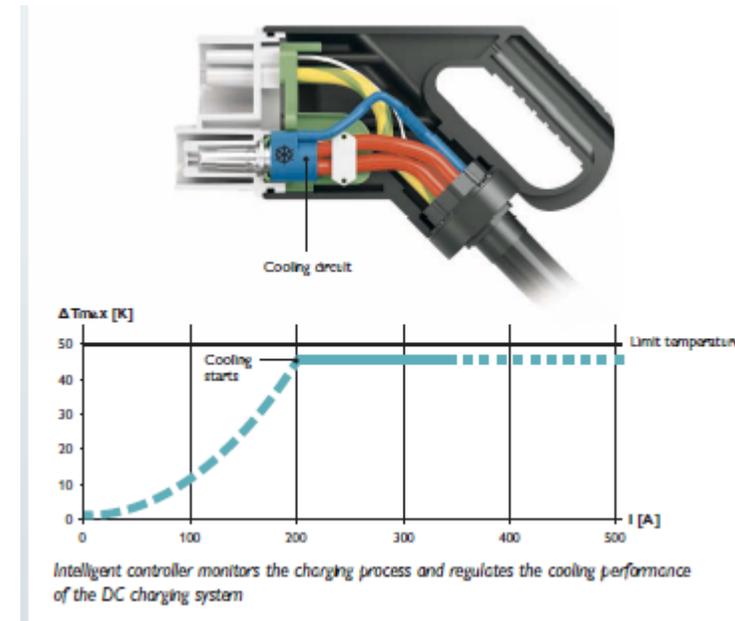




Leistung:	45 / 90 / 175 kW
Spannung:	50 bis 920 V (1.000 V)
Strom:	0 bis 200 A
Kommunikation:	IEC61851-23 PLC (CCS / Combo-2)
Stecker:	Combo T2 (CCS / Combo-2)
Abmessungen:	1000 x 800 x 1800 mm (bei 175 kW)



- Der verfügbare Standard ermöglicht 200A Ladestrom bei 850V Ladespannung ohne Kühlung (IEC 62196-3).
- Die vorgeschlagene Erweiterung im Ladestecker mit Kühlkreislauf erhöht den maximal möglichen Ladestrom auf 250A.
- Anforderung des Standards, $dT \leq 50K$, ist erfüllt mit der Lösung.
- Ladeleistungen über 300kW für das Ladekabel sind erreichbar.



Quelle: www.phoenixcontact.de



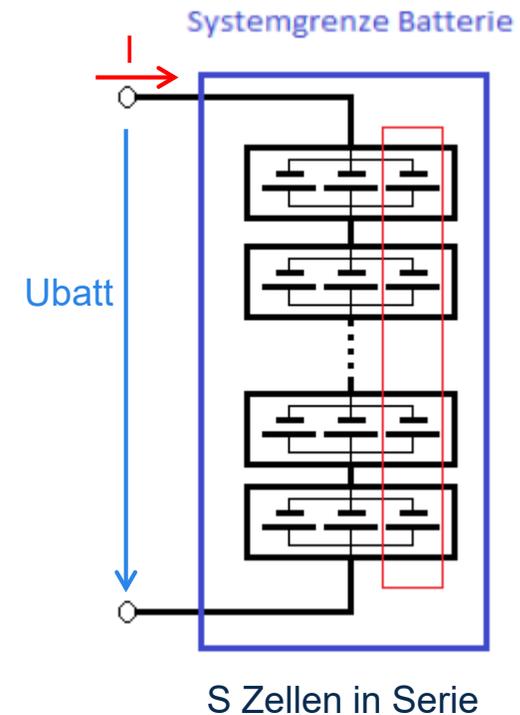
- Die Spannung der HV-Batterie U_{batt} ergibt sich durch die Anzahl der Zellen in Serie (s)
- Der maximale Ladestrom ist durch die Anzahl der parallelen Stränge (p) festgelegt
- Der maximale Ladestrom pro Strang ist durch die Zellparameter (Strom Zelle) definiert
- Die Ladeleistung ist das Produkt von U_{batt} und I
- **Laden mit hohen Ladeleistungen beeinträchtigt die Lebensdauer der Batterie**

Aus den Parametern der Zelle (Datenblatt) kann man die minimal mögliche Ladezeit berechnen mit:

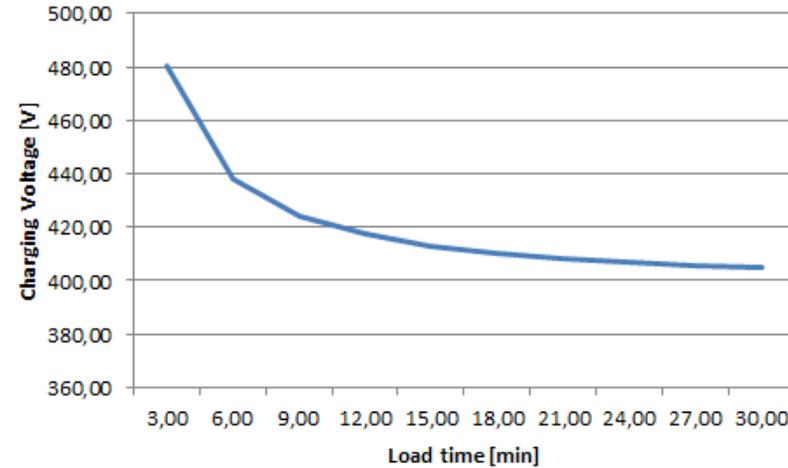
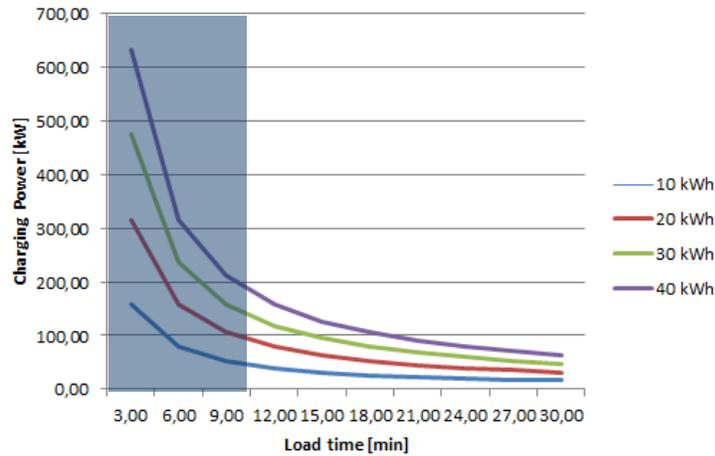
$$P_{max} = U_{batt} * I_{max}$$

$$t_{min} = \frac{W}{P_{max}} \longrightarrow t_{min} = \frac{W_z * s * p}{s * U_z * p * I_z} \longrightarrow t_{min} = \frac{W_z}{U_z * I_z}$$

W: Batteriekapazität
 Wz: Kapazität einer Zelle
 S: Anzahl Zellen in Serie
 P: Anzahl Stränge
 Uz: Spannung einer Zelle
 Iz: maximal möglicher Dauerstrom der Zelle

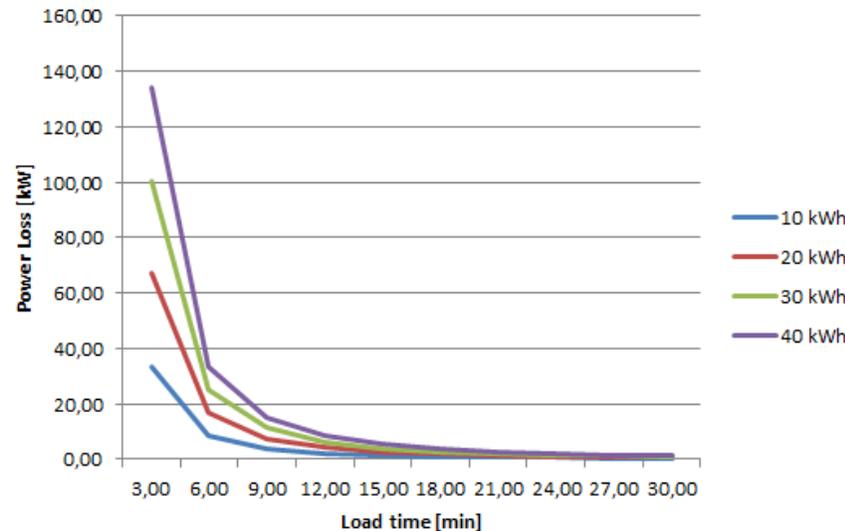


Abschätzung der Verlustleistung einer 400V HV-Batterie während des Ladevorgangs



$$P = \frac{W}{t}$$

$$UL = Ri * \frac{P}{UBatt} + UBatt$$



$$Pv = P * \frac{(UL - UBatt)}{UBatt}$$

Quelle: IAV

1. Verfügbares Elektrofahrzeug, Mittelklasse PKW
2. Verfügbares Elektrofahrzeug, Erhöhung des Ladestroms
3. Ausbau Batterie auf maximales Volumen und Gewicht (Mittelklasse PKW)
4. Laden mit 350 kW

Use Case	Verschaltung Batterie	Max. Dauerstrom Laden	Max. Batteriespannung	Max. Ladeleistung	Verlustleistung	Batterie Gewicht	Reichweite	Ladezeit 90%	Ladezeit 100 km
Verfügbares EV	90s 3p	120 A	350 V	42 kW	0,78 kW	318 kg	130 km	30 min	20 min
Erhöhung Ladestrom	90s 3p	200 A	350 V	70 kW	2,16 kW	318 kg	130 km	18 min	12 min
Max. Batteriegröße (Mittelklasse PKW)	220s 2p	180 A	855 V	154 kW	6,52 kW	527 kg	191 km	14 min	5,49 min
Leistungsoptimierte Zelle	354s 2p	250 A	1380,5 V	358,2 kW	20,34 kW	850 kg	265 km	10,5 min	2,54 min



Zukünftige Schnellladesysteme sind mit heute verfügbaren Technologien machbar.

Intelligenter Aufbau der Infrastruktur, wo sie gebraucht wird, für Nutzer von Elektromobilität aber auch mit einem erfolgreichen Business Case.

- Verfügbare internationale Standards ermöglichen heute die Entwicklung von DC Schnellladesystemen bis zu 170 kW Ladeleistung.
- Die meisten heute aufgebauten Ladesysteme liefern Ladeleistungen bis 60kW mit standardisierten Lösungen, Tesla Super Charger liefern 120kW.
- Technische Erweiterungen mit Ladeleistungen über 170kW hinaus sind machbar mit verfügbaren Technologien:
 - Mittelspannungsabgriff bei Stromversorgung
 - Ladestationen mit hoher Leistung
 - Ladekabel mit Steckern und Kühlsystem
 - Elektrofahrzeug: größere HV-Batterie, Anpassung der Bauteile im Fahrzeug
- Für Ladesysteme > 170 kW sind Erweiterungen in den Standards erforderlich.

Kontakt

Ursel Willrett

IAV GmbH

Fronäckerstraße 24, 71063 Sindelfingen

Telefon +49 703149141072

Ursel.Willrett@iav.de

www.iav.com