

---

# **ENERGIESYSTEME IM UMBRUCH VII - MOBILITÄT HEUTE UND MORGEN**

**Sektorübergreifender Bedarf aus Verkehr -  
Wie bereiten sich die österreichischen  
Netzbetreiber auf die Verkehrswende vor?**

**Ergebnisse des Expertenpools Elektromobilität  
im Verband Oesterreichs Energie**

DI Herbert Strobl  
TINETZ-Tiroler Netze GmbH

---

# Was sind die Treiber des Umbruchs?

# Klimapolitische Ziele

## EU-20/20/20-Ziele

Die 2010 beschlossene europäische Wachstumsstrategie *Europa 2020*<sup>23</sup> legt konkrete Ziele für das Jahr 2020 in den Bereichen Beschäftigung, Innovation, Ausbildung, soziale Inklusion, Klimaschutz und Energie vor. In letzterem Bereich gibt es folgende drei übergeordnete Ziele für die gesamte EU:

- minus 20 Prozent Treibhausgasemissionen (verglichen mit 1990)
- minus 20 Prozent Energieverbrauch (verglichen mit Business-as-usual-Szenario)
- mindestens 20 Prozent Anteil erneuerbarer Energie

Je nach Ausgangslage wurden für die Mitgliedsstaaten unterschiedliche Ziele festgelegt. Für Österreich gelten die folgenden Werte:

- minus 16 Prozent Treibhausgasemissionen (verglichen mit 2005)
- mindestens 34 Prozent Anteil erneuerbarer Energie am Gesamtenergieverbrauch
- mindestens zehn Prozent Anteil erneuerbarer Energie im Verkehrssektor

Quelle: BMVIT

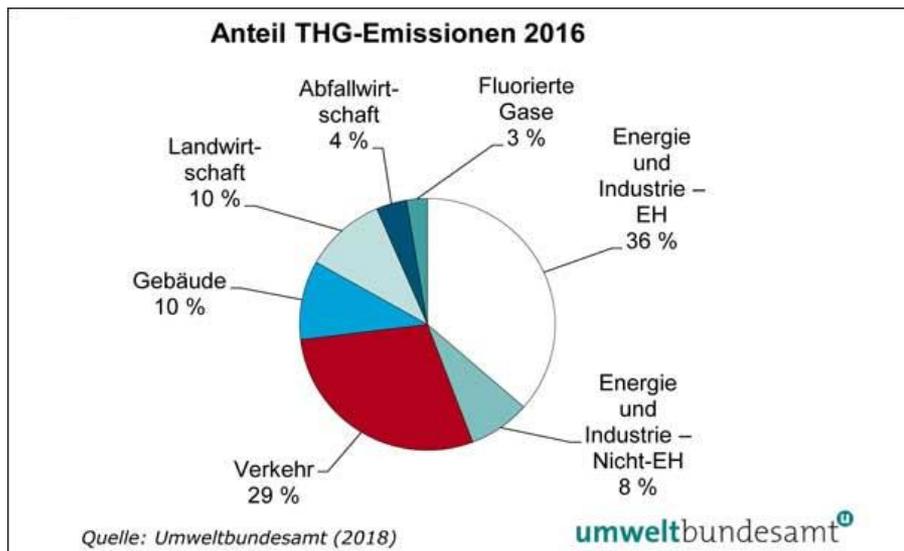
## #mission2030 in Zahlen

- THG-Reduktion um 36 Prozent gegenüber 2005 auf 36,4 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalenten
- Verkehr: Reduktion der Emissionen um 7,2 Mio. t auf 15,7 Mio. t
- Gebäudesektor: Reduktion der Emissionen um rund 3 Mio. t auf 5 Mio. t
- Erneuerbare Energie: Steigerung des Anteils von 33,5 auf 45 bis 50 Prozent (Bruttoendenergiebedarf).
- 100 Prozent erneuerbarer Strom (national bilanziell) bis 2030
- Effizienz: Verbesserung der Primärenergieintensität um 25 bis 30 Prozent gegenüber 2015

Quelle: Oesterreichs Energie

- EU-20/20/20-Ziele
- In Österreich seit Sommer 2018 integrierte Klima- und Energiestrategie #mission2030

## Klimapolitische Ziele



Anteil der Sektionen an den THG-Emissionen 2016

Quelle: Umweltbundesamt

- größte Verursacher THG-Emissionen: Industrie, Verkehr, Landwirtschaft sowie Gebäude
- EU-Ziel: stufenweise Reduktion der THG-Emissionen bis 2050
- Für Industrieländer: weitestgehender Verzicht auf Einsatz fossiler Energieträger bis Mitte des Jahrhunderts

## Klimapolitische Ziele

- Kosteneffiziente THG-Reduktion durch Nutzung der Potenziale der „Sektorkopplung“
- Nutzung von Synergien zwischen den Sektoren
- Einsatz von erneuerbarem Strom in den Sektoren Verkehr, Wärme und Industrie zur Reduktion von fossilen Energieträgern
- Sektorübergreifender Strombedarf (inkl. Verkehr, Wärme, ...) durch z. B. Elektrofahrzeuge, Oberleitungs-LKW, Wasserstofffahrzeuge (Power2Gas), Wärmepumpe (Power2Heat)

### **Sektorübergreifender Bedarf aus Verkehr**

- Österreich will bis 2050 einen weitestgehend klimaneutralen Verkehrssektor
- Elektromobilität als Schlüsselmaßnahme für die Dekarbonisierung des Verkehrs
- Überwiegender Umstieg auf Nullemissions-Fahrzeuge im Straßenverkehr auf Basis erneuerbarer Energie
- Insbesondere Elektrifizierung des Straßenverkehrs (öffentlicher Verkehr, Logistikverkehr und Individualverkehr)

## Ressourcenknappheit

- ist mit ein Treiber, wobei

Sheik Yamani, ehemaliger Ölminister von Saudi Arabien sagte 2000 sinngemäß:

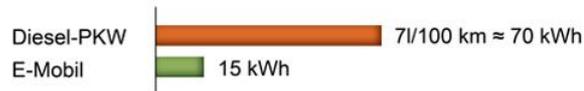
**„Die Steinzeit endete nicht aus Mangel an Steinen, und das Ölzeitalter wird nicht aus Mangel an Öl enden“**



# Wird die Technologie überholt?

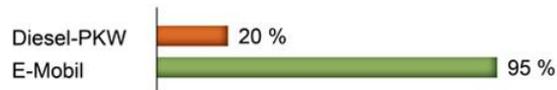
## Energiebedarf

Wie hoch ist der Energieverbrauch auf 100 km?



## Energieeffizienz

Wieviel Prozent der eingesetzten Energie werden zur Fortbewegung genutzt?



## CO<sub>2</sub>-Bilanz

Wie hoch sind die CO<sub>2</sub>-Emissionen?



Quelle: Oesterreichs Energie

- Umstieg auf E-Mobilität im Individualverkehr könnte Energieintensität um rund 80% senken

## Kosten Verbrenner vs. Elektro

Fahrer mit 15.000 km pro Jahr		
	Fahrzeug mit Verbrennungsmotor	Elektrofahrzeug
durchschnittlicher Verbrauch	5 l/100 km	17 kWh/100 km
durchschnittlicher Preis	1,3 €/l	0,18 €/kWh
Jährlicher Kosten	975 €	460 €

## -> Transformation der Energieversorgung mit neuen Herausforderungen für das Stromnetz

### ▪ **Energiewende**

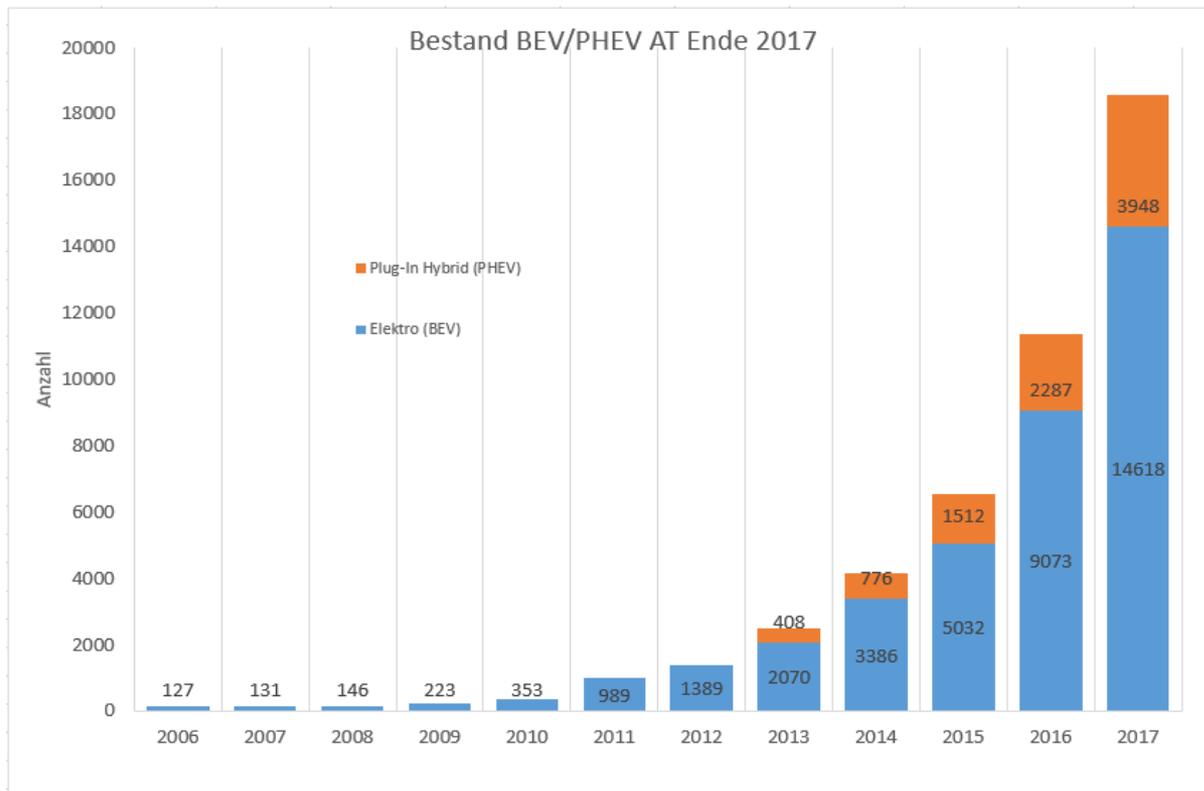
- Die Energiewende findet im Verteilernetz statt!
- Dezentrale Einspeiser (Wasser, Wind, PV...)
- Verbraucherkunden -> „Prosumer“
- Speicher
- Raumwärme (Wärmepumpe und Infrarotheizung)
- Smart Home Automation (Eigenbedarfsoptimierung)

### ▪ **Verkehrswende**

- **Elektromobilität**

## Von welchen Mengen reden wir beim Personenverkehr?

## Entwicklung und aktueller Stand

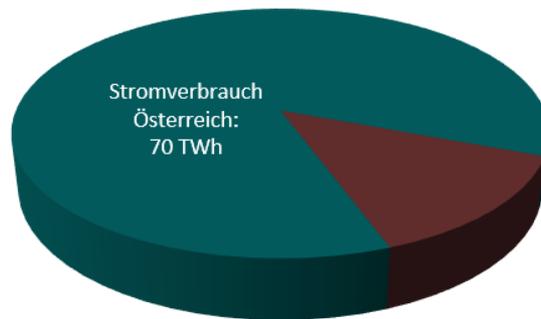


- Stand 31.08.2018: 18.059 Elektrofahrzeuge (ohne Plug-In-Hybrid-Fahrzeuge)
- < 0,1% vom Stromverbrauch Österreichs

Quelle: Statistik Austria

## Annahme

- 5 Mio. PKW (100% Durchdringung)
- durchschn. Verbrauch 17 kWh/100 km
- durchschn. Jahresfahrleistung 13.000 km



Stromverbrauch E-Autos: ca. 11 TWh

- **Der Strombedarf der Elektromobilität stellt aus heutiger Sicht kein Mengenproblem dar**
- Selbst Umstellung des gesamten PKW-Verkehrs auf Elektromobilität würde den Strombedarf nur um etwa 15% erhöhen

## EU Projekt PlanGridEV

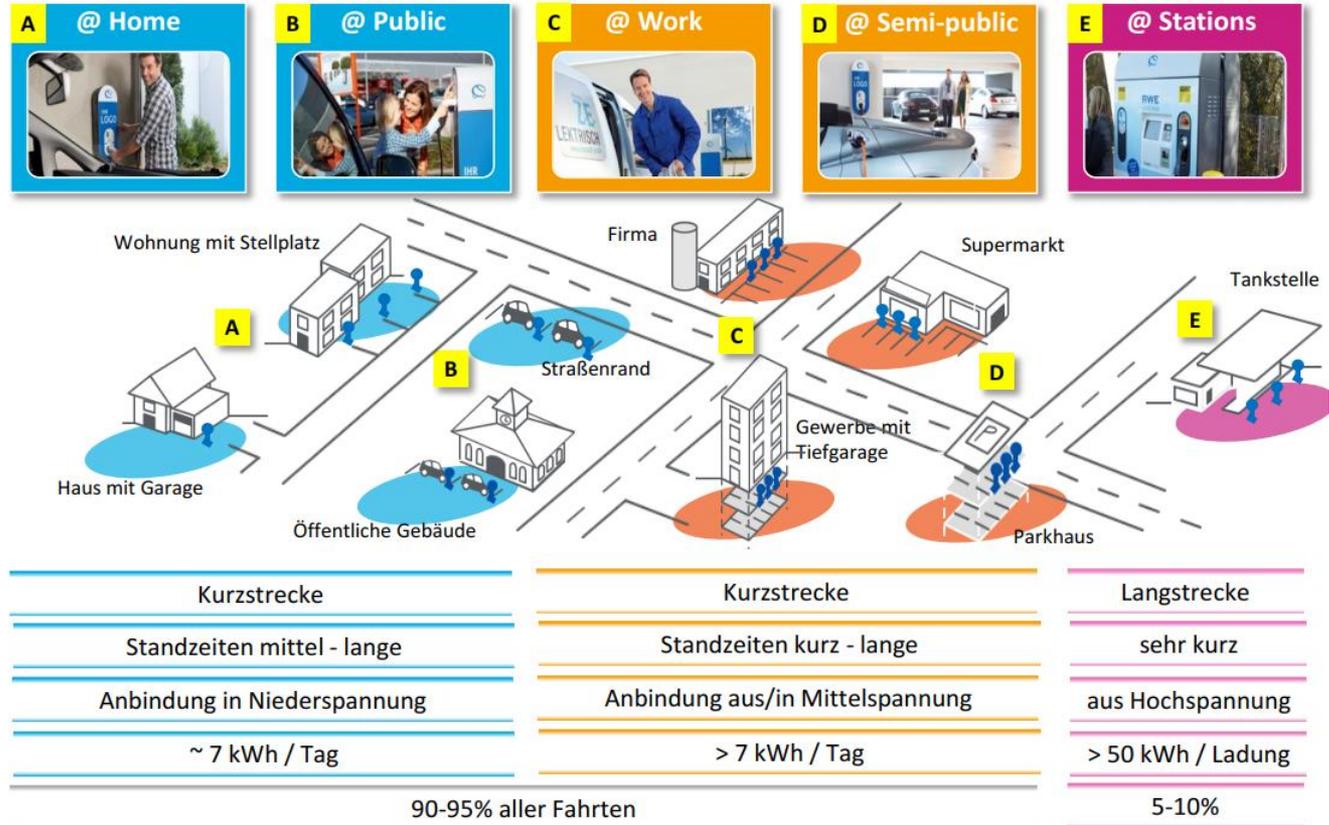


- Auswirkungen der Elektromobilität auf die Stromnetze
- Untersuchungen realer Netze in Portugal, Irland, Italien und Deutschland
- **Herausforderung wird die Leistungssteigerung  $P_{\max}$**
- Leiter Dr. Armin Gaul (RWE Mobility – nun innogy) schätzt:

2016 ohne E-Mobilität	100% der PKW fahren elektrisch (2050?)	
	Mit Netzregelung	Ohne Netzregelung
<b><math>P_{\max}</math> (2016)</b>	<b><math>P_{\max}</math> (2016) mal 2 (grob etwa)</b>	<b><math>P_{\max}</math> (2016) mal 6 (worst case)</b>

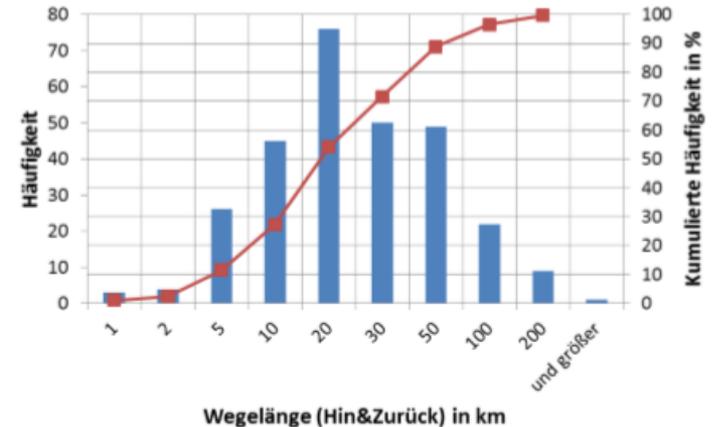
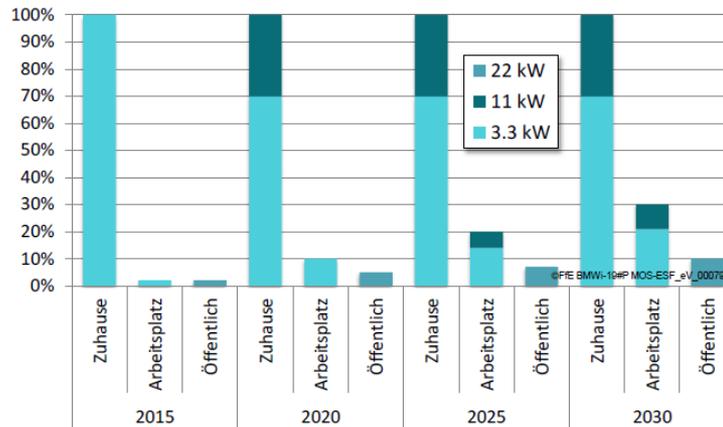
- **Im worst-case ist mit einer bis zu 6-fachen Netzlast zu rechnen!**

## Wo wird geladen?



Quelle: Dr. Armin Gaul, innogy SE

- Privater Bereich
- Öffentlicher Bereich
- Halböffentlicher Bereich



Quelle: FfE-Forschungsstelle für Energiewirtschaft

- Verschiedene Studien und Flottenversuche haben gezeigt, dass nur ein geringer Teil von Ladevorgängen an öffentlichen Ladepunkten durchgeführt wird
- Mehrere Studien besagen, dass ca. 90% der Weglängen von Pendlern unter 50 km liegen
- Aufgrund Ladekosten an öffentlichen Ladepunkten dominiert Heimladung
- In Bezug auf Auswirkungen auf das Netz relevanter Einfluss durch Ladepunkte in privaten Haushalten gegeben

## Wie wird geladen?

# Lademodi und Stecker

Lademodi im Überblick							
Lademodus	Anschluss energeseitig	Anschluss fahrzeugeitig	einphasig	dreiphasig	Kommunikation mit dem Fahrzeug	Verriegelung	Einsatzbereich
<b>Mode 1</b>	Schutzkontakt oder CEE-Steckdose	Typ 2	max. 16 A 3,7 kW	max. 16 A 11,0 kW	keine	im Fahrzeug	Privat
<b>Mode 2</b>	Schutzkontakt oder CEE-Steckdose	Typ 2	max. 32 A 7,4 kW	max. 32 A 22,0 kW	Kommunikationsmodul im Ladekabel	im Fahrzeug	Privat
<b>Mode 3</b>	Steckdose Typ 2	Typ 2	max. 63 A 14,5 kW	max. 63 A 43,5 kW	Kommunikationsmodul in der Ladestation	im Fahrzeug und in der Ladesteckdose	Öffentlich Halb-öffentlich Privat
<b>Mode 4</b>	festes Ladekabel an der Ladestation	Typ 2 Combo	DC-Low max. 38 kW DC-High max. 170 kW		Kommunikationsmodul in der Ladestation	im Fahrzeug und in der Ladesteckdose	Öffentlich

Quelle: PS-Wiki

- Kommunikation erfolgt mit 1 kHz PWM-Signal
- Mit der Modulation des PWM-Signals wird maximale Stromstärke des E-Autos eingeschränkt

SCHNELLLADE-SYSTEME IN EUROPA				
System	Typ 2-Stecker	CHAdeMO-Stecker	CCS-Stecker (Combo 2)	Tesla Supercharger
Stromart	Wechselstrom, AC	Gleichstrom, DC	Gleichstrom, DC	Gleichstrom, DC
Ladung	dreiphasig	DC-Mid	DC-High	
Ladeleistung (aktuell)	43 kW	50 kW	50 kW	120 kW
Spannung	AC 400 V	400 V	400 V	480 V
Stromstärke	63 A	125 A	125 A	250 A
Ladeleistung (Zukunft)		200 kW	150 kW / 800 V	
Einsatz & Hinweise	- Europa-Standard - Audi, BMW, Renault, Mercedes-Benz, VW, Volvo, Tesla	- Japan Standard - Honda, Mitsubishi, KIA, Mazda, Toyota, Subaru, Tesla mit Adapter	- Europa-Standard - Erweiterung zum Typ 2-Stecker	- Tesla Standard - Weltweit nutzbar Typ 2-Stecker aber andere PIN-Belegung

Quelle: Heimnetzen.de.

## Rückblick Photovoltaik (seit 2002)



- Irgendwann wurde installierte PV systemrelevant
  - Gründung OE Expertenpool „Photovoltaik“
  - Netzfrendliches Verhalten entwickelt und integriert P(U), Q(U), LVRT, Kompoundierung, Symmetrie 3,68 kVA (TOR D4 neu, Version 2.3)
  - Mit den gefundenen betrieblichen Maßnahmen konnten Netzinvestitionen „gedämpft“ werden
  - PV ist fachlich erfolgreich bewältigt, viel Geld konnte für Österreich gespart werden.
- 
- **Das brauchen wir nun auch für die E-Mobilität**

# Elektromobilität

- ist politisch gewollt (national und international)
- kommt ev. schneller, als viele denken
- ist eine neue und zusätzliche Aufgabe für das Stromnetz
- Vieles ist noch unklar
  
- Planungsgrundsätze sind zu überdenken
  
- OE: Gründung Expertenpool Elektromobilität
  - Vorsitz: DI Josef Stadler, Wels Strom GmbH
  - Schwerpunkt Netzintegration
  - Erstellung von Planungsgrundlagen



## Auswirkungen bei steigender Durchdringung

Wenn nichts unternommen wird:

- Spannungsbandverletzungen
  - Verletzung von EN 50160
- Überlastung der Betriebsmittel, Auslösung der Abzweigsicherung
  - Versorgungsunterbrechung des Siedlungsstranges
- Stärkere Auslastung der Betriebsmittel / Vorzeitige Alterung

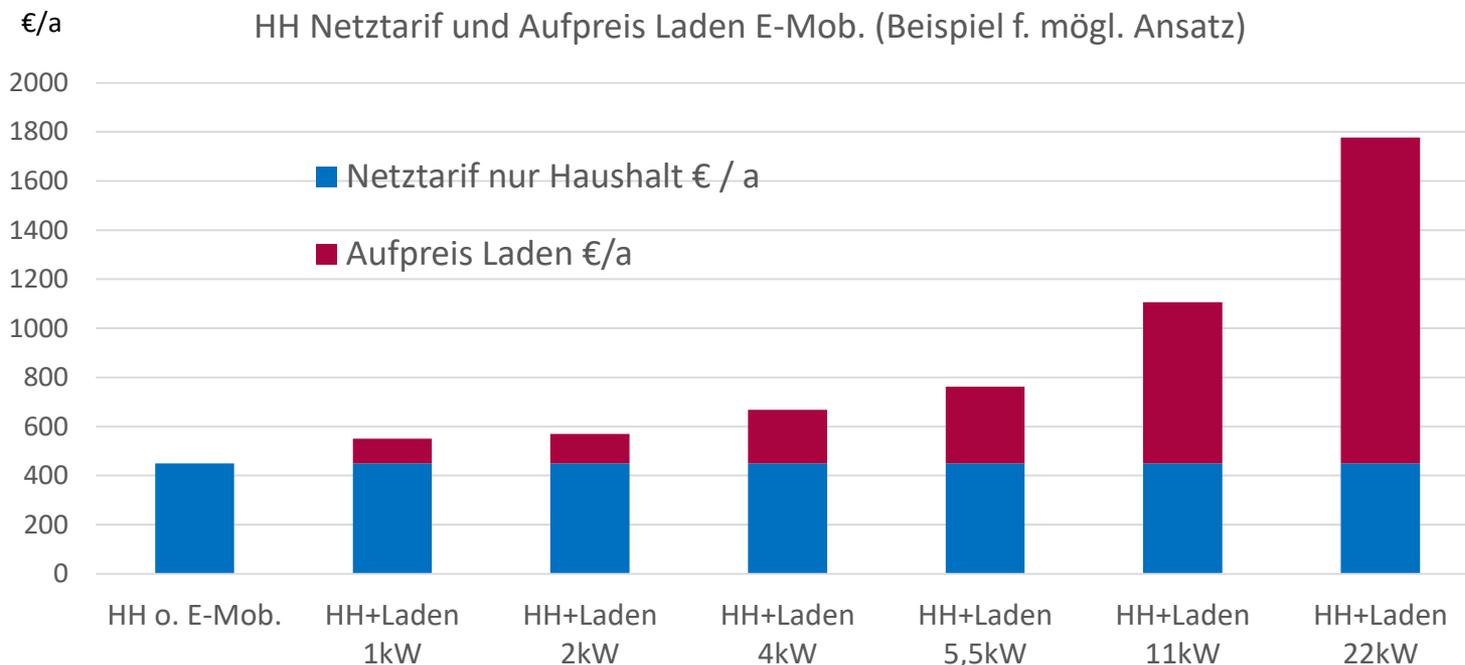
→ Wichtig:

- Meldepflicht (TOR D1 bzw. TAEV) für Ladesäulen
  - Autohäuser einbeziehen
- Umgang mit ICCB Ladung?



Bildquelle: DiniTech GmbH

# Idealvorstellung Netzplaner: Netzentgelt mit dynam. Leistungspreiskomponente



## Hinweis:

Dieses Modell ist ein Diskussionsbeitrag der Netzplanung und ein idealisierter Denkansatz, wie für die NS-Ebene ein maßvoller Umgang mit der Leistungsbeanspruchung gefördert werden könnte.

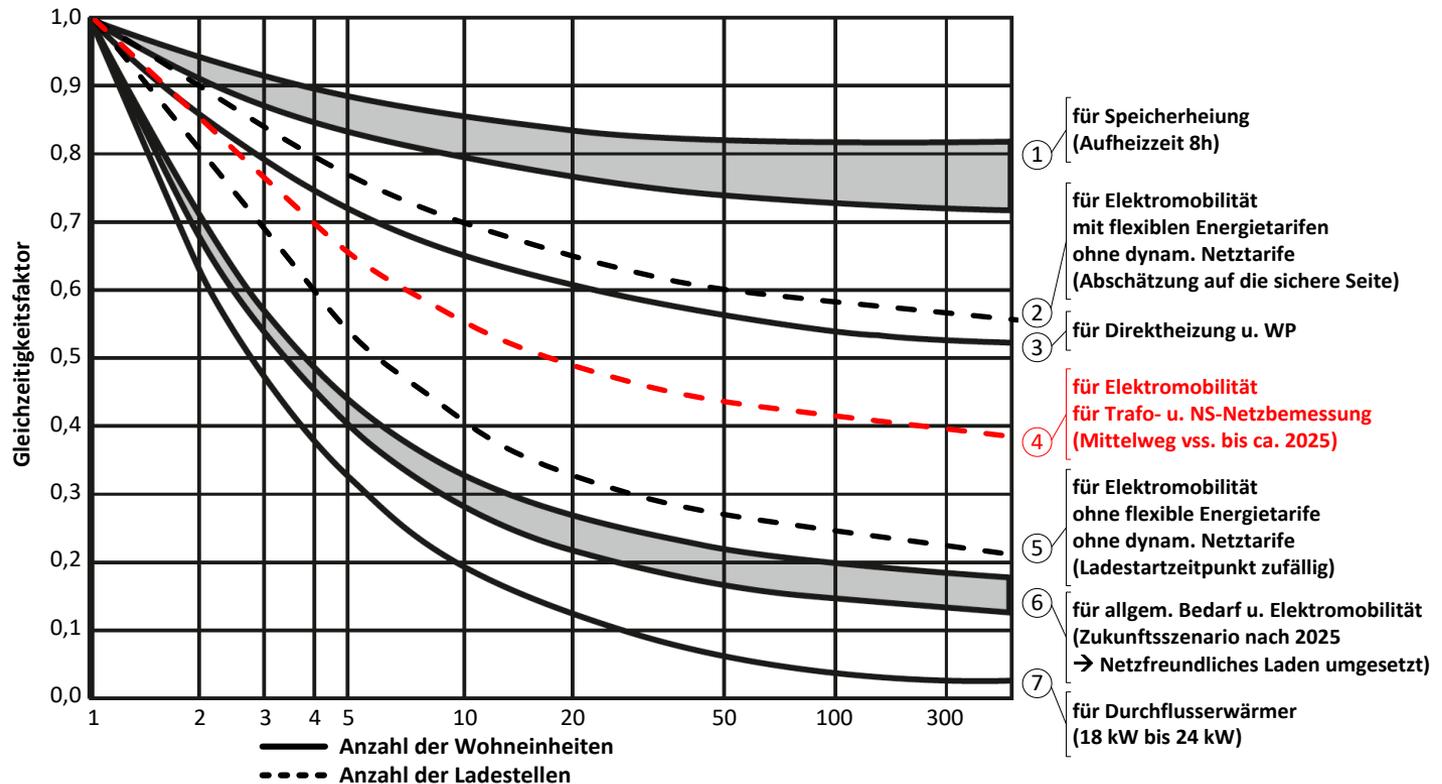
Wir brauchen Lenkungsanreize zur nachhaltigen und wirtschaftlichen Nutzung der Strominfrastruktur.

Zur realen Umsetzung dürfte es noch ein weiter Weg sein.

## Thesen zum verursachergerechten Netztarif mit Leistungspreiskomponente

1. Eine Leistungspreiskomponente fördert vom Kunden gewollt ein leistungssparendes Laden.
2. Damit sinkt der volkswirtschaftliche Zusatzaufwand im Netz deutlich.
3. Höhere verursachergerechte Netzentgelte wirken sofort.
4. Netzausbau und Netzsteuerung (vom Kunden ungewollt) brauchen deutlich mehr Zeit und wirken ev. nur teilweise.
5. Illegales netzunfreundliches Laden mit großen Leistungen wird uninteressant.

# Gleichzeitigkeiten bei Ladestellen



Kurve 4 kann als derzeitige „Österreich-Einschätzung“ der Branche angesehen werden (errechnet mit 11 kVA/Ladestelle).

## Konventioneller Ansatz

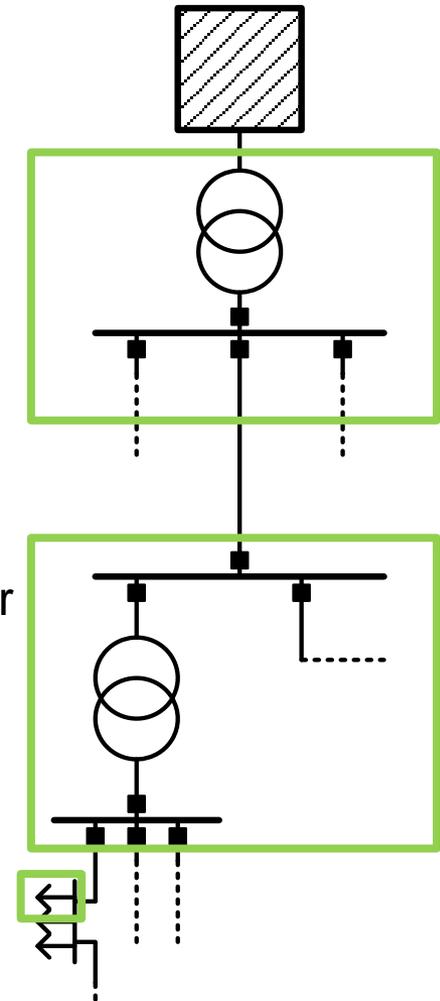
- Planungsgrundsätze überarbeiten
  - Reduktion der Stationsabstände (z.B. von 600m → 300m)
  - Anzahl der Objekte an einem Anschlusskabel reduzieren
  - Anpassung der Planungsleistung mit Gleichzeitigkeiten
    - > NS-Verteilernetz stellenweise etwas stärker
    - > ggf. Tausch MS/NS-Trafo bzw. zusätzliche MS/NS-Station
- **Konventioneller Netzausbau ist bei steigender Durchdringung zwingend erforderlich!**

## D-A-CH Workshop: E-Mobilität - Autobauer und Netzbetreiber im Schulterschluss

- 24. – 25.10.2017 in Bregenz / VKW Mobilitätszentrale
- Zusammentreffen der Autohersteller mit den VNB im D-A-CH Raum
  
- 11 kW Ladung etabliert sich zur Standard-Ladeleistung der Autohersteller, 22 kW in der Premiumklasse
- DC Ladung bleibt größeren Ladeleistungen vorbehalten
- Verständnis für netzdienliches Laden ist vorhanden
- Teilweise falsche Vorstellung der Möglichkeiten (auf beiden Seiten)
  - Kenntnis des aktuellen Netzzustandes wird überschätzt
  - OEM: „Lieber Ladung unterbrechen, als Leistung regeln“ (schlechter Wirkungsgrad im Teilleistungsbetrieb)

## Was weiß der VNB eigentlich von seinem Netz?

- Umspannwerke / Schaltstation
  - Vollständig von der Ferne steuerbar
  - Sämtliche Messwerte verfügbar
  
- Transformatorstationen / Ortsnetzstationen
  - Meist Stationen ohne Steuerung / Metering
  - Je nach VNB / Anforderungen vor Ort
    - Lastgangmessung, KS-Anzeiger
    - Neuerdings: MSP fallweise fernbedienbar
  
- Kunde
  - jährlicher Stromverbrauch
  - Tonfrequenz-Rundsteueranlage TRA
  - Aktuell / zukünftig: Smart Meter
    - → nicht geeignet für „Netzsteuerung“



## OE Leitfaden „Aktuelle und zukünftige Anforderungen an Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge“

- Anforderungen und Empfehlungen für netzfreundliches Laden als abgestimmte OE-Branchensichtweise
- Dient als Vorlage für TOR, ELWOG, AB-VN, TAEV,...
- Ausgangsdokument VDE AR-N 4100
- Aufzeigen von netzdienlichen Funktionen für die Gegenwart und die Zukunft
- Entwicklung von netzfreundlichen Ladeeinrichtungen mit interessierten Partnern
  
- Anmeldung beim Netzbetreiber
  - Eigenes Anmeldeformular, Abgestimmt im D-A-CH-Raum

## Anforderungen an Ladeeinrichtungen (1/4)

- Einhaltung der betreffenden Normen hinsichtlich Netzurückwirkungen (IEC 61000-3-2, -3, -11, -12)
  - Oberschwingungen
  - Flicker
  - Spannungsänderungen
  - Unsymmetrie
    - Über 3,68 kVA (16A) ist einphasig sehr kritisch
  - Prüfung an definierten Netzimpedanzen ausnahmslos:
    - $\leq 16A$  Prüfungen an  $S_k=570kVA$
    - $> 16A$  Prüfung an  $S_k = 33 \cdot S_n$  (gem. IEC 61851-21-2)

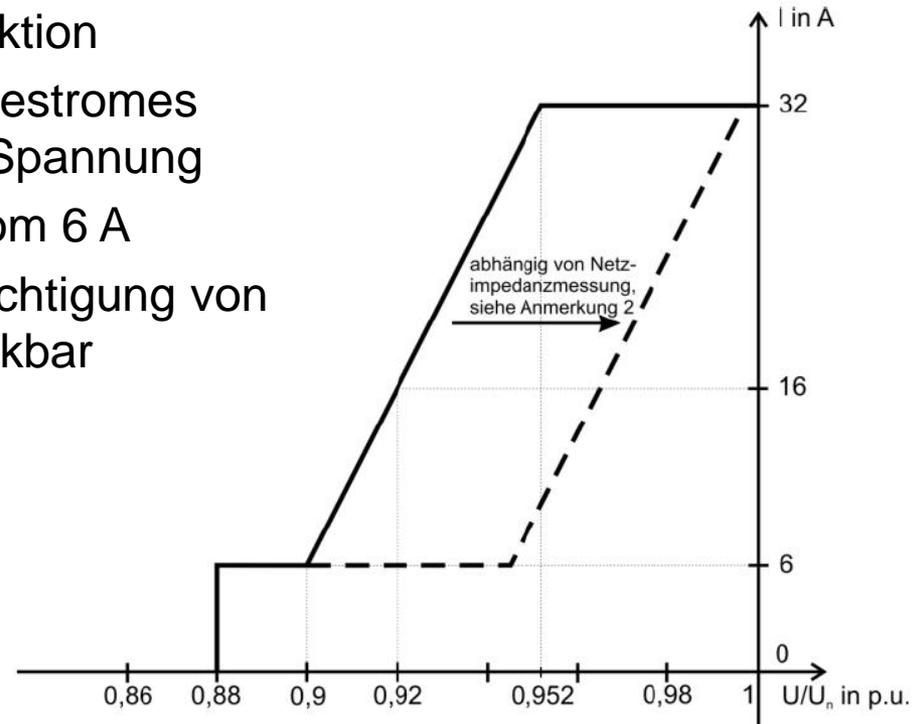
**Die Einhaltung der Spannungsqualitätsanforderungen gilt für alle Geräte am Netz gleichermaßen.**

## Anforderungen an Ladeeinrichtungen (2/4)

- Symmetrie
  - Dreiphasiger Anschluss für alle Geräte > 3,68 kVA
  - Anschluss von einphasigen Erzeugungsanlagen, Speicher und Ladeeinrichtungen für E-Fahrzeuge an gemeinsamen Außenleiter und jeweils begrenzt auf 3,68 kVA
  - Max. Unsymmetrieleistung an Übergabestelle 3,68 kVA
  
- Wirkleistungsmanagement
  - Lokales Wirkleistungsmanagement beim Kunden
  - Ferngesteuertes Wirkleistungsmanagement
    - Eingriff des VNB bei kritischen Netzsituationen

## Anforderungen an Ladeeinrichtungen (3/4)

- Wirkleistungsmanagement
  - Lokale  $P(U) / I(U)$ -Funktion
    - Reduktion des Ladestromes abhängig von der Spannung
    - Minimaler Ladestrom 6 A
    - Zukünftig Berücksichtigung von Netzimpedanz denkbar

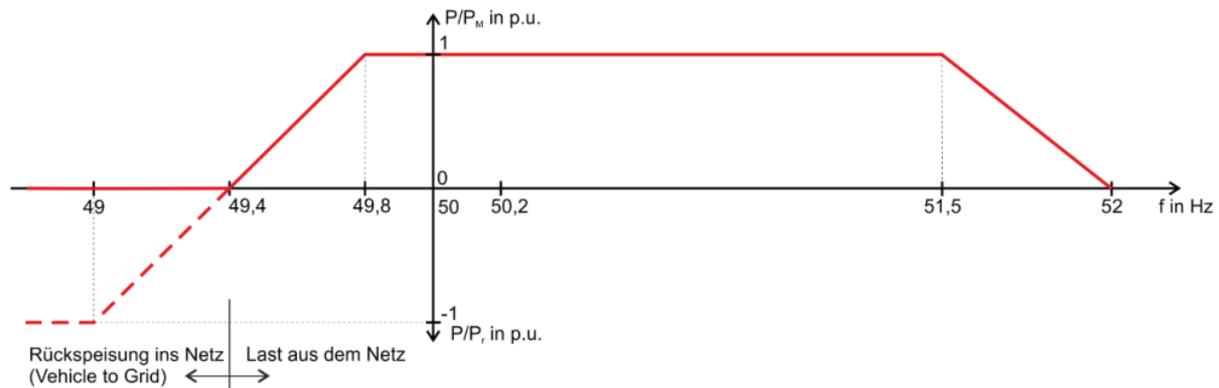


## Anforderungen an Ladeeinrichtungen (4/4)

- Blindleistungsmanagement
  - DIN EN ISO 17409 , Kapitel 8.6
  - Ladung mit  $\cos(\phi) > 0,95$  im Bereich der Nennleistung
  - Beim AC Laden durch den Lader im Fahrzeug sicherzustellen
  - Beim DC Laden durch die Ladeeinrichtung sicherzustellen
- Abschaltbedingungen
  - Netzspannungen  $0,8 U_n \leq U$  bzw.  $U \geq 1,15 U_n$
  - Netzfrequenzen  $f < 47,5 \text{ Hz}$  bzw.  $f > 52,0 \text{ Hz}$

## Zukünftige Anforderungen

- Maßnahmen zur Erhaltung der Spannungs- bzw. Frequenzstabilität
  - Erweitertes Blindleistungsmanagement (Q(U), direkte Vorgabe VNB,...)
  - Wirkleistungsverhalten bei Über- / Unterfrequenz
    - Mögliche Rückspeisung bei Betriebsmodus „Vehicle to Grid“



- Dynamische Netzstützung – LVRT (Low Voltage Ride Through Fähigkeit)

## Zusammenfassung

- Die Elektromobilität wird kommen, ev. ziemlich schnell!
- Große Herausforderung für die Netzbetreiber
- Netzbetreiber benötigen deshalb ein positives Umfeld, um der Elektromobilität zum Erfolg verhelfen zu können:
  - **Neue Tarifmodelle zur Förderung von netzfreundlichem Laden (Leistungspreiskomponente im Netztarif)**
  - Netzfremdliche Ladung als Teil der Regelwerke (TOR)
  - Netzfremdliche Ladetechnik verfügbar (steuerbare Wallboxen, Protokolle.....)
  - Funktionierendes D-A-CH Meldeverfahren von Ladestellen
- **Wir Netzbetreiber wollen ein Gelingen der E-Mobilität – und:**
- **Wir sind laufend am Lernen (rechnen, messen, testen.....)**

## **Danke für Ihre Aufmerksamkeit!**

**DI Herbert Strobl**

TINETZ-Tiroler Netze GmbH

Bert-Köllensperger-Straße 7

6065 Thaur

[herbert.strobl@tinetz.at](mailto:herbert.strobl@tinetz.at)

---