

# Erkenntnisse der Messung von Ladevorgängen der Elektrofahrzeuge in der Modellregion „e-pendler in niederösterreich“

Dominik Fasthuber, Markus Litzlbauer  
TU-Wien

Energieinnovation 2016 – Session G2,  
10.-12.02.2016, Graz

- Modellregionen für Elektromobilität in Österreich
- Projekt „e-pendler in niederösterreich“
- Methodik der Messung von Ladevorgängen
- Ergebnisse und Erkenntnisse
- Zusammenfassung und Ausblick

- 7 Modellregionen initiiert vom Klima- und Energiefonds und dem Ministerium für ein lebenswertes Österreich
- Erfahrungsquelle, Keimzelle und Multiplikator für die Entwicklung der E-Mobilität in Österreich
- Programmkern:
  - Bereitstellung von Erneuerbaren Energiequellen
  - Ankauf von Ladestationen und E-Fahrzeugen
  - Entwicklung von neuen Geschäfts- und Mobilitätsmodellen



Geografische Ausdehnung der Modellregionen E-Mobilität

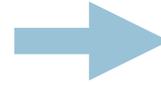
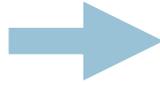
Die Modellregion E-Mobility Post ist in vielen Regionen Österreichs aktiv (exemplarische Darstellung)

# Projekt „e-pendler in niederösterreich“

„e-pendler in niederösterreich“ ist ein Anfang 2013 gestartetes Forschungs- und Entwicklungsprojekt, in dem mit Hilfe von Elektromobilität der Pendlerverkehr energieeffizienter und klimaschonender gestaltet werden soll.



# Projekt „e-pendler in niederösterreich“



- Energieeffiziente und klimaschonende Gestaltung des Pendlerverkehrs
- Verlagerung zum ÖV in Verbindung mit Elektromobilität
- Errichtung von PV-Anlagen mit 370 kWp (440 MWh/a)
- 114 Elektroautos und 86 Elektro-Leihfahräder
- Errichtung von 161 neuen Elektro-Ladestationen



**e-mobil**  
in niederösterreich

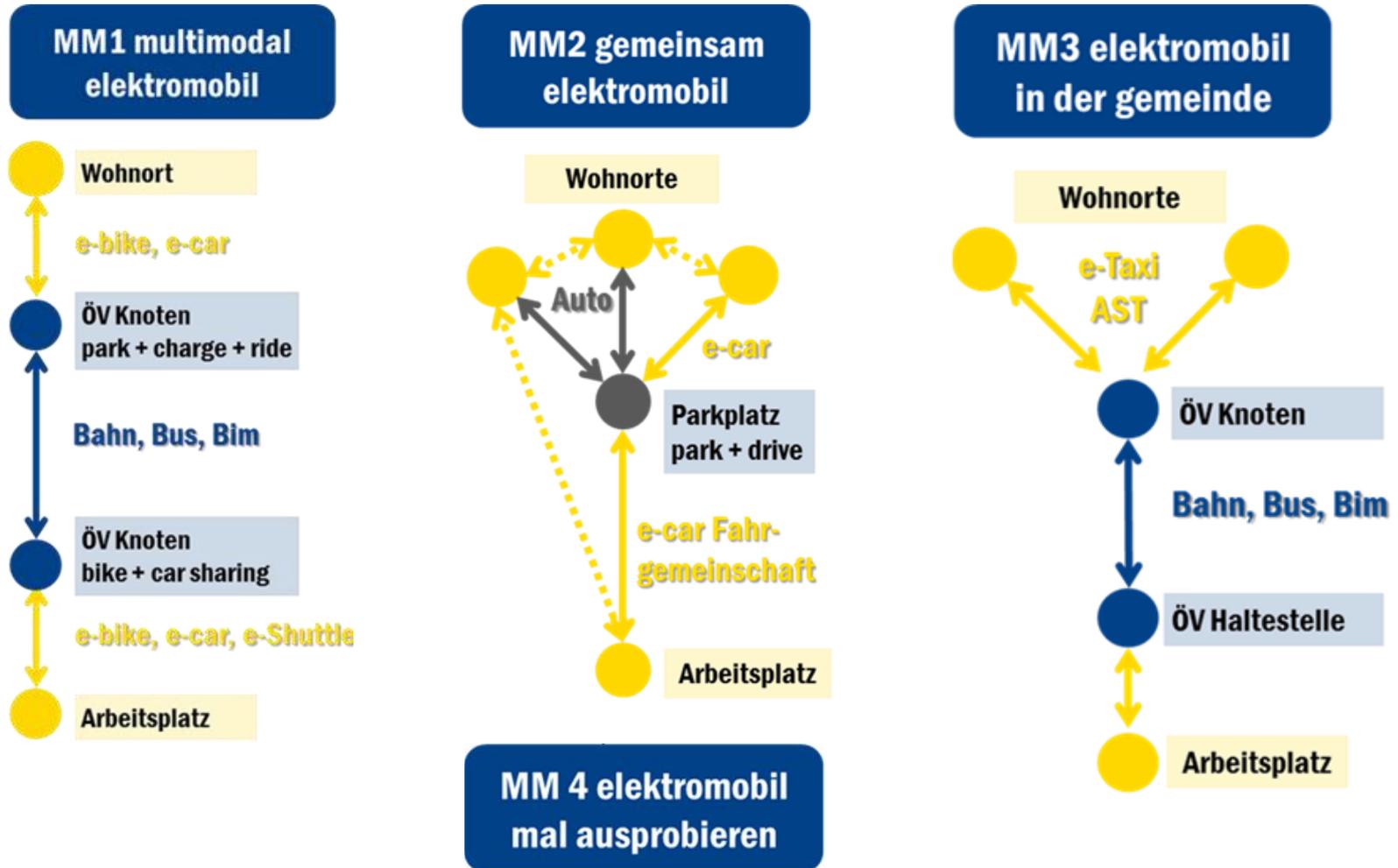
e-pendler in niederösterreich

- Modellregion umfasst 49 Gemeinden zwischen Wien und Wiener Neustadt
- 15.000 Arbeitsstätten
- 126.000 Beschäftigte
- Rund 296.000 Einwohner



# Projekt „e-pendler in niederösterreich“

- Vier Multiplikatormodelle mit konkreten e-Mobilitätsangeboten

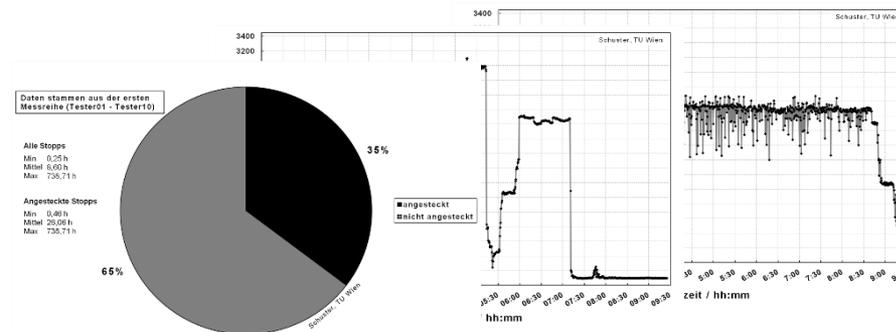


## Ziele der Begleitforschung:

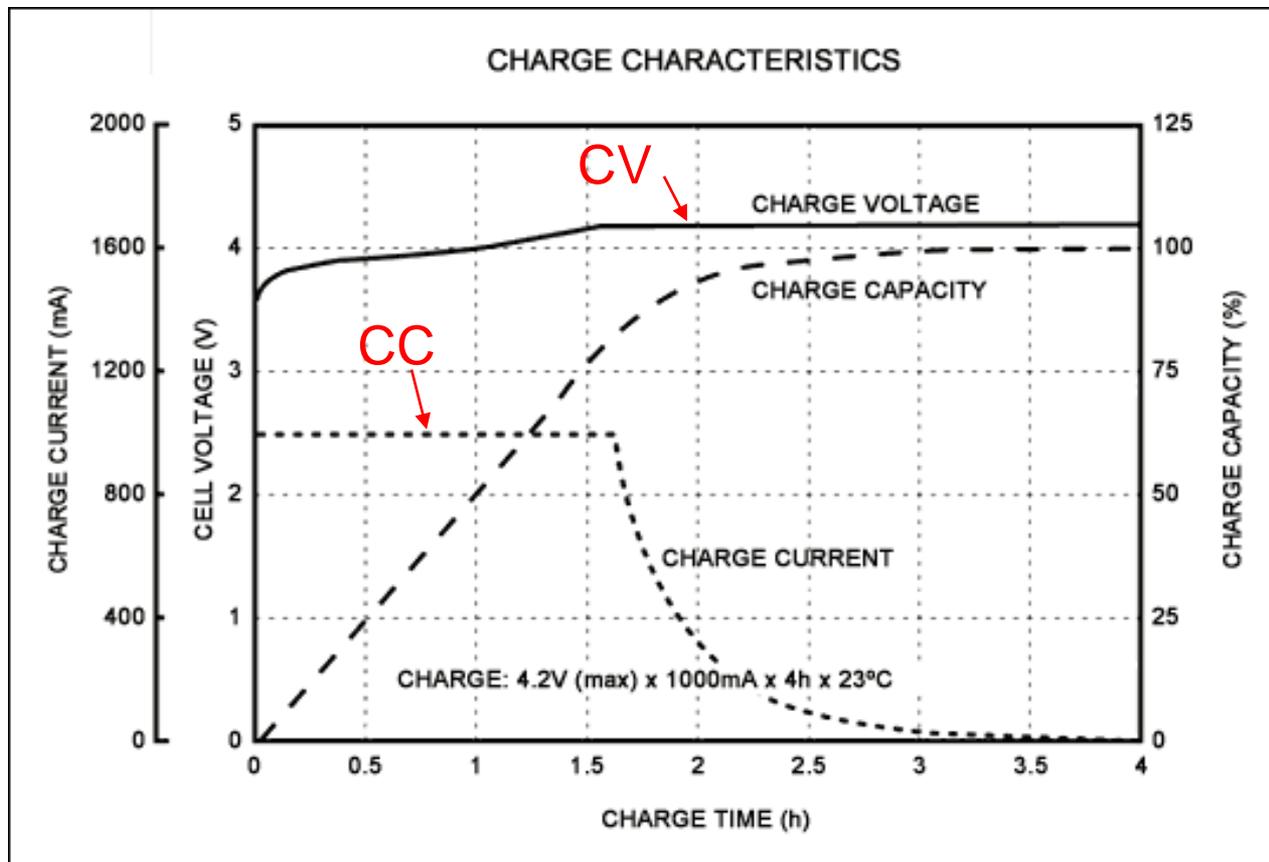
- Überprüfung des Nutzerverhaltens / der Nutzerakzeptanz
- Laufende Überprüfung der „Multiplikatorwirkung“ der Gemeinden und Betriebe
- Testbegleitung und Evaluierung (technisch und organisatorisch)
- Nachweis der verkehrlichen und ökologischen Effekte
- ***Analyse der Ladeinfrastruktur, des Ladeverhaltens und der Auswirkungen auf die Energiebereitstellung***

## Ladeverhalten und Leistungsbedarf für das Laden:

- Auswirkungen von zukünftig integrierten Elektrofahrzeugen auf das Verteilnetz → Erstellung von Modellen
- Messungen von Ladevorgängen an realen Fahrzeugen notwendig
- Identifikation von beeinflussenden Parametern auf den Verlauf der Ladevorgänge (Temperatur, Ladeleistung, Ladestand...)

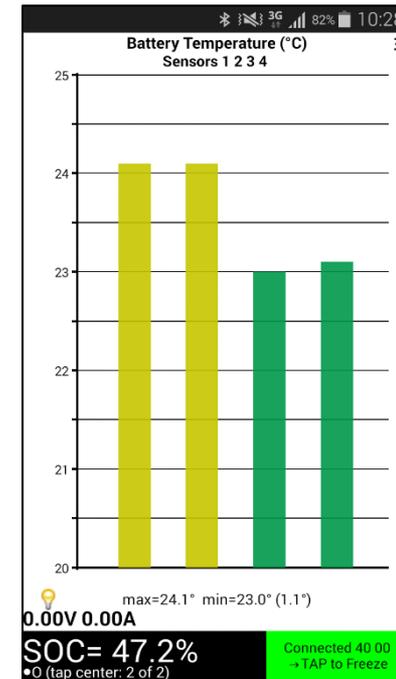
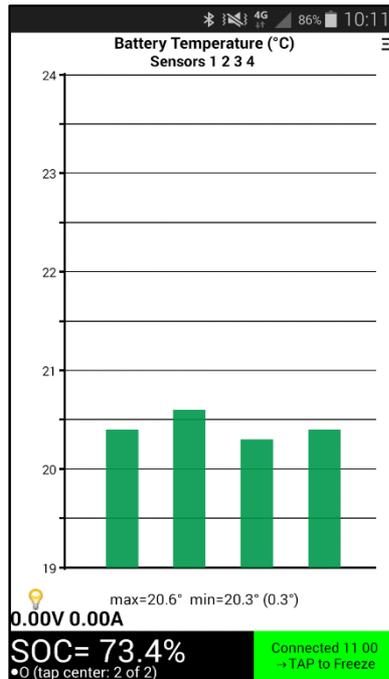


- Für Lithium-Ionen meist das CCCV-Ladeverfahren
- Phase konstanten Stromes und Phase konstanter Spannung



(Quelle: SONY)

- Aufzeichnen der (Zell-)Temperatur und aktuellem SOC
- Kombination aus OBD2-Stecker und Software Applikation

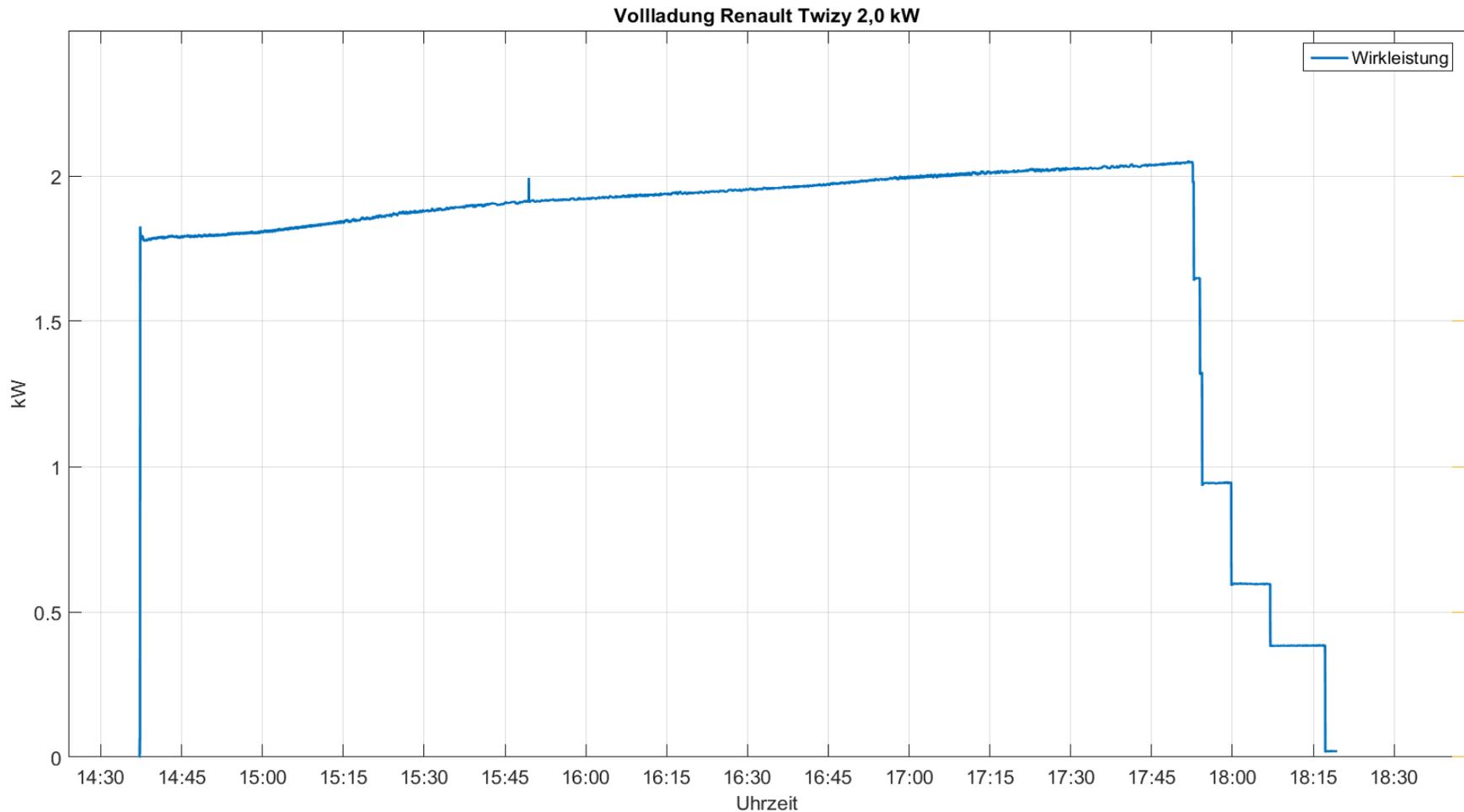


# Durchgeführte Tätigkeiten

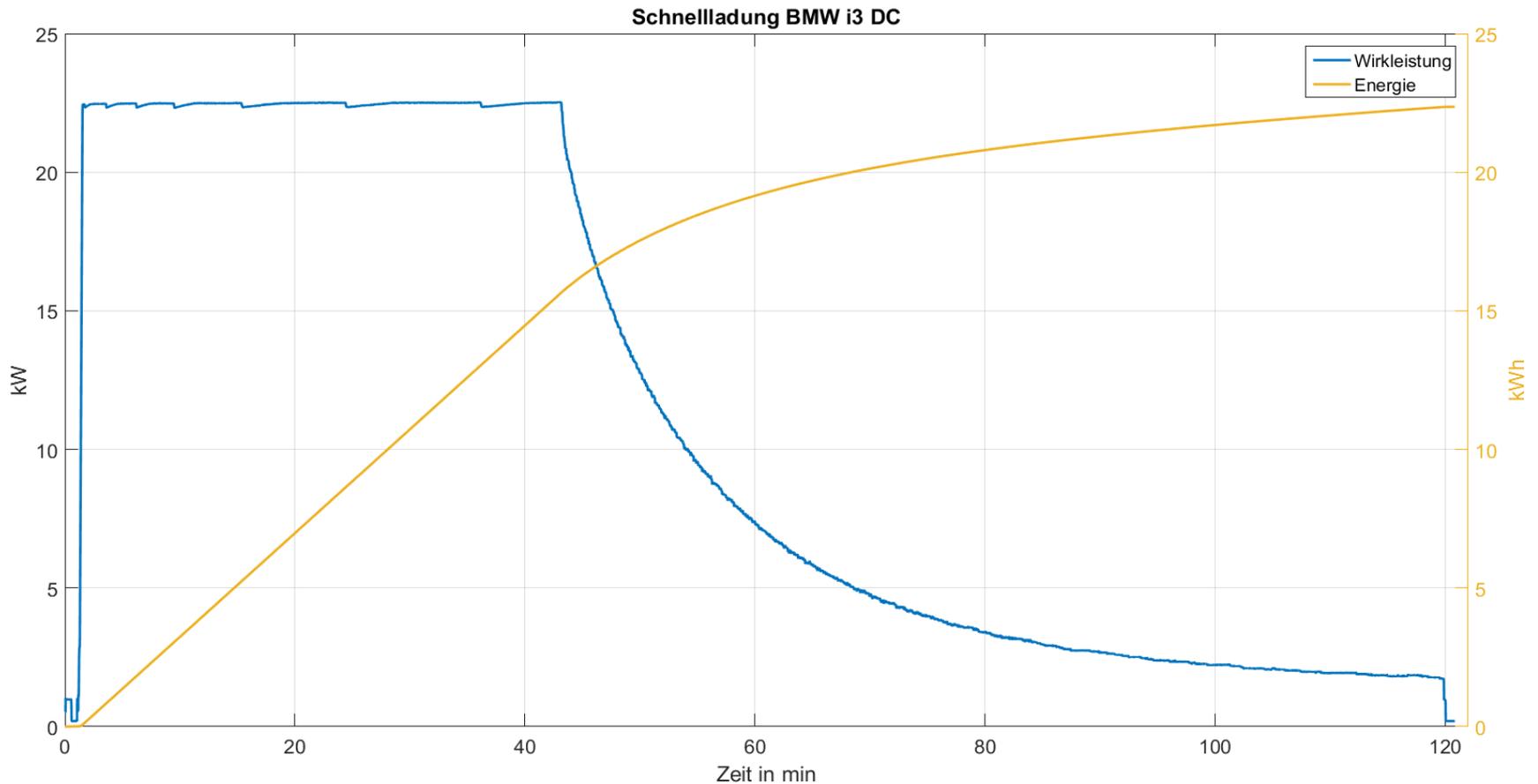
- Erste Untersuchungen an kleineren elektrischen Geräten
- Messung von Ladevorgängen an Elektrofahrzeugen
- Messung eines Fahrzeuges mit unterschiedlichem Start-SOC
- Messung von Fahrzeugen bei unterschiedlichen maximalen Ladeleistungen und unterschiedlichen Batterietemperaturen



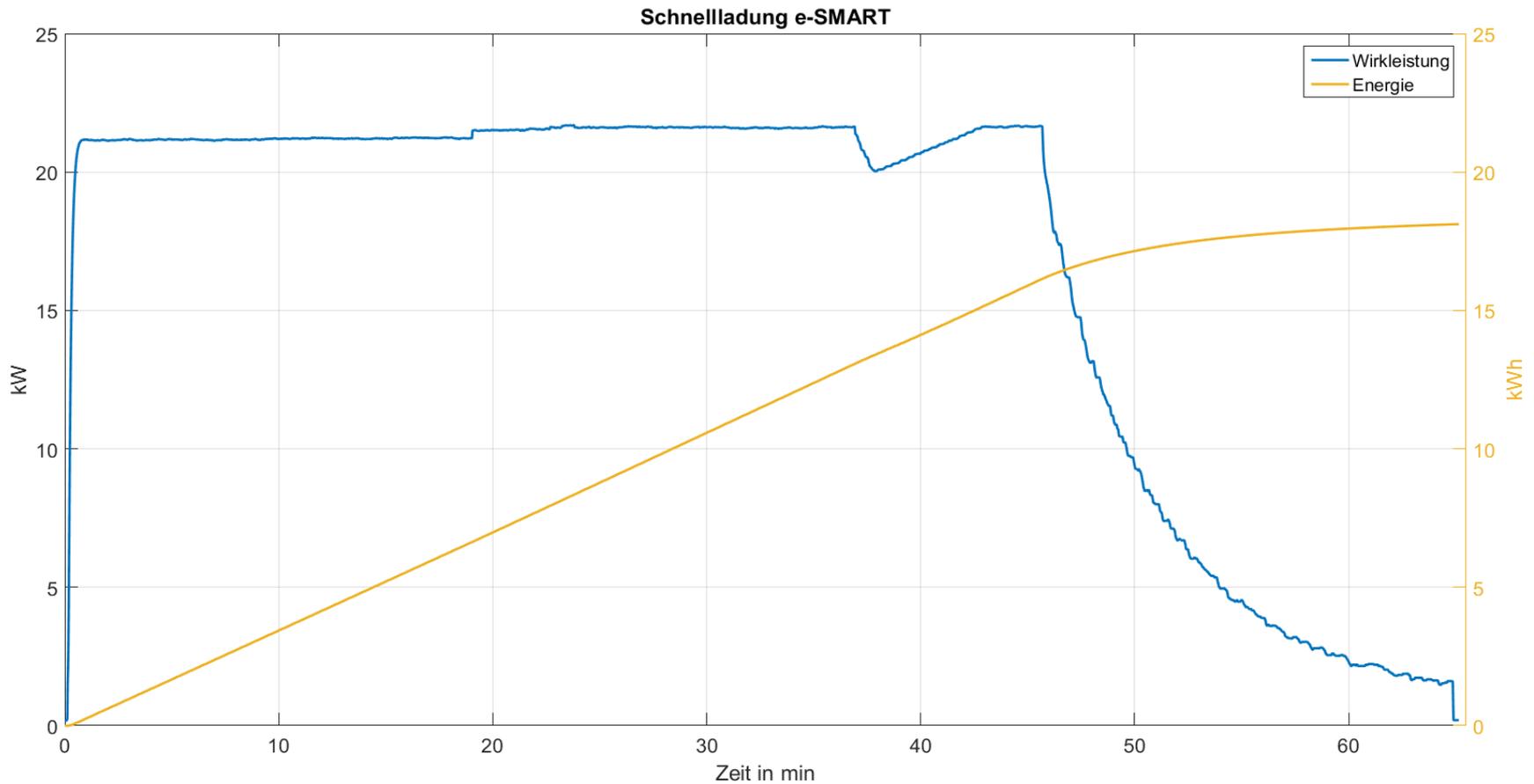
- Ladevorgang Renault Twizy (Ladung an Schukosteckdose)



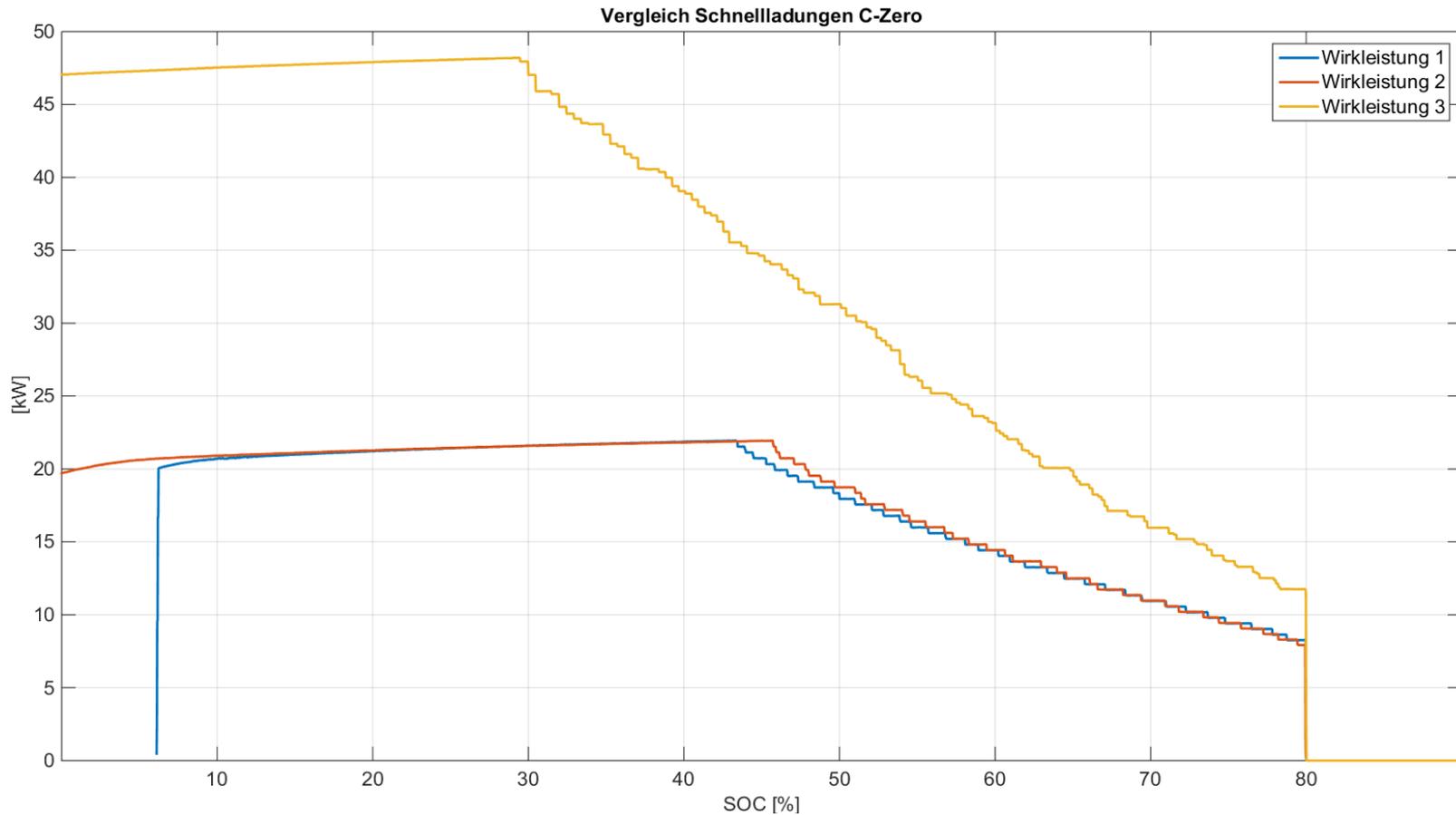
- Vollladung eines BMWi3 an einer 22 kW DC Schnellladestation



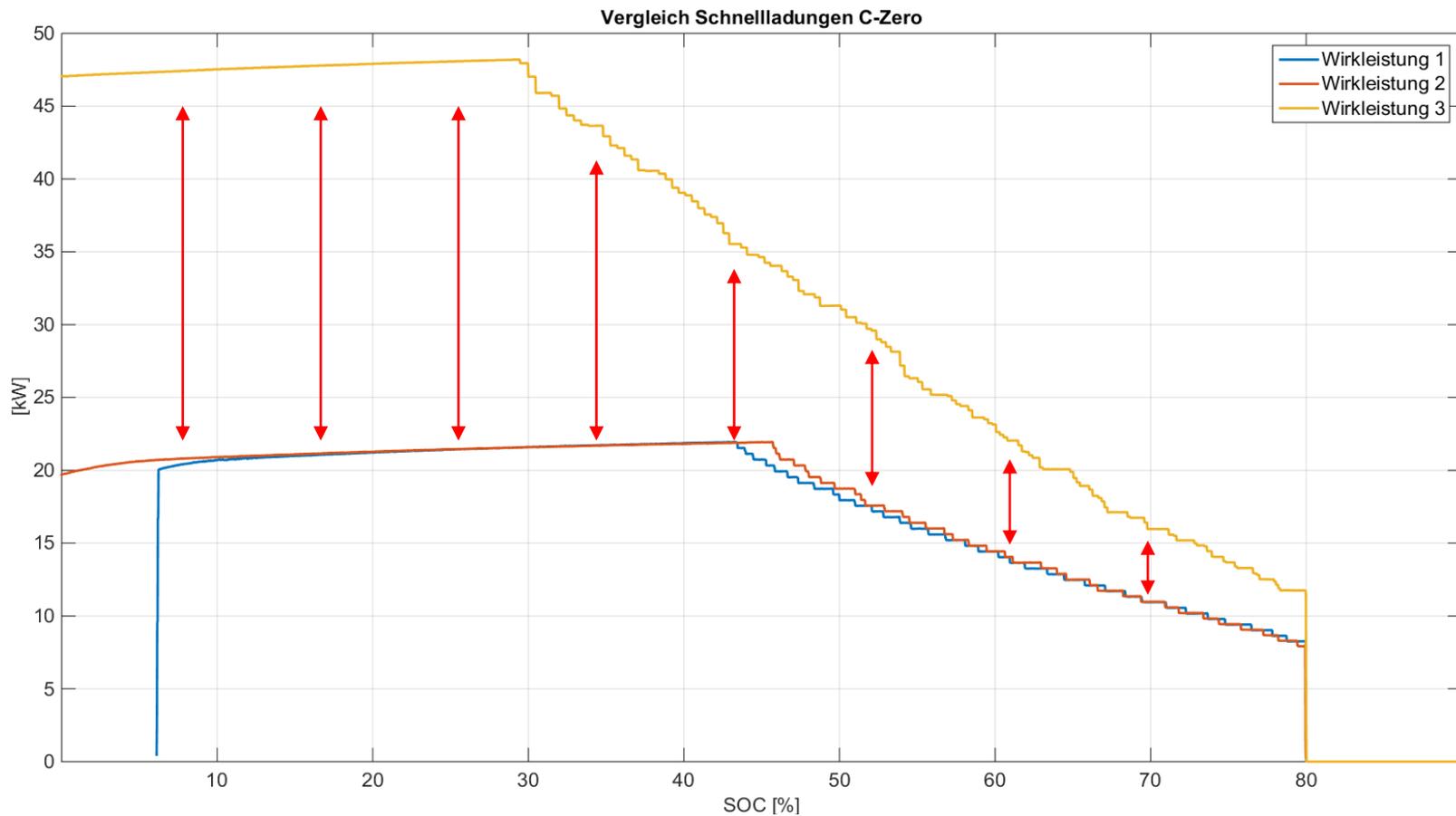
- Vollladung eines e-Smart an einer 22 kW AC Schnellladestation



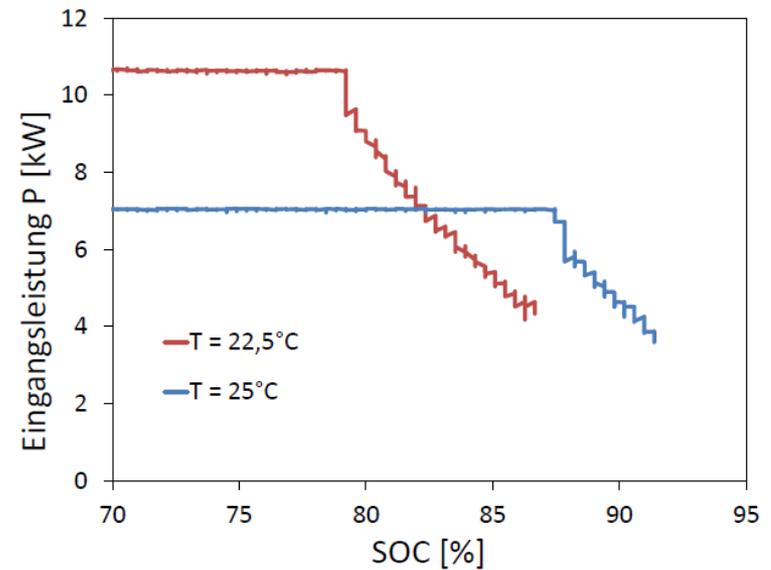
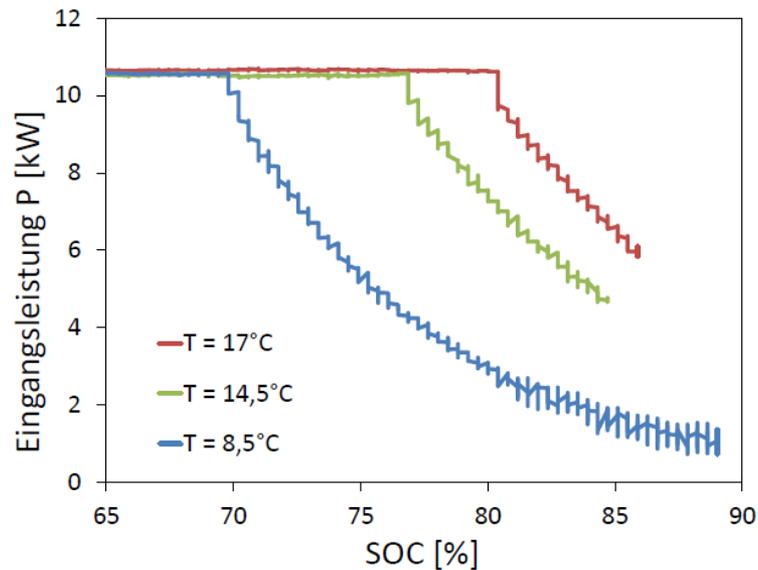
- Vergleich 22 kW mit 50kW Schnellladung (CHAdeMO)



- Leistungsverhältnis und Zeitersparnis stark SOC abhängig



- Umschaltpunkt der Ladeleistung stark von der Temperatur und der maximalen Ladeleistung abhängig



Quelle: Dissertation Marc Mültin, Das Elektrofahrzeug als flexibler Verbraucher und Energiespeicher im Smart Home

# Ergebnisse

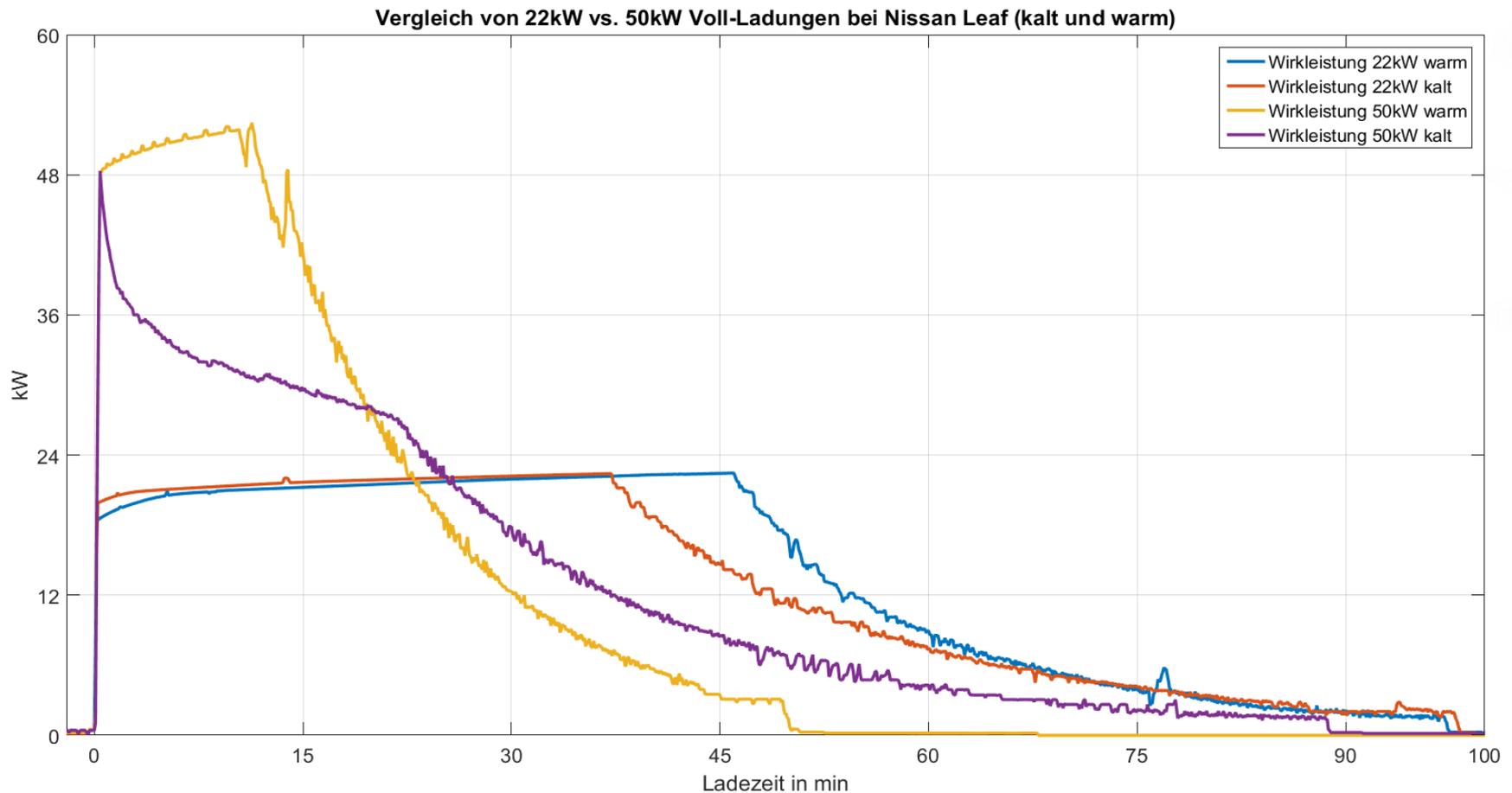
- Geringe Unterschiede des Knickpunktes bei unterschiedlichem Start-SOC (Renault ZOE – 22kW AC-Ladung)
- Batterietemperatur im optimalen Bereich (20-40°C)

	Garage 33-100	Garage 66-100	Garage 0-100	Warm 33-100	Warm 66-100
Datum	09.12.2015	10.12.2015	08.12.2015	08.12.2015	09.12.2015
Uhrzeit Start	08:58	09:41	08:57	13:57	13:47
Uhrzeit Ende	11:00	11:08	11:20	15:50	15:30
SOC Start	32%	66%	4%	35%	65%
SOC Ende	100%	100%	100%	100%	100%
Temp. Start	7,5	9	5,6	5,6	8,7
Temp. Ende	7,5	12	5,7	5,5	7,9
Anmerkung	Garage 18,2°C	Garage 18,3°C	Garage 18,7°C	Ladestart nach Fahrt	Ladestart nach Fahrt
Knickpunkt (nutzbare Kapazität)	79,1% SOC	79,8% SOC	81,6% SOC	79,8% SOC	82,5% SOC

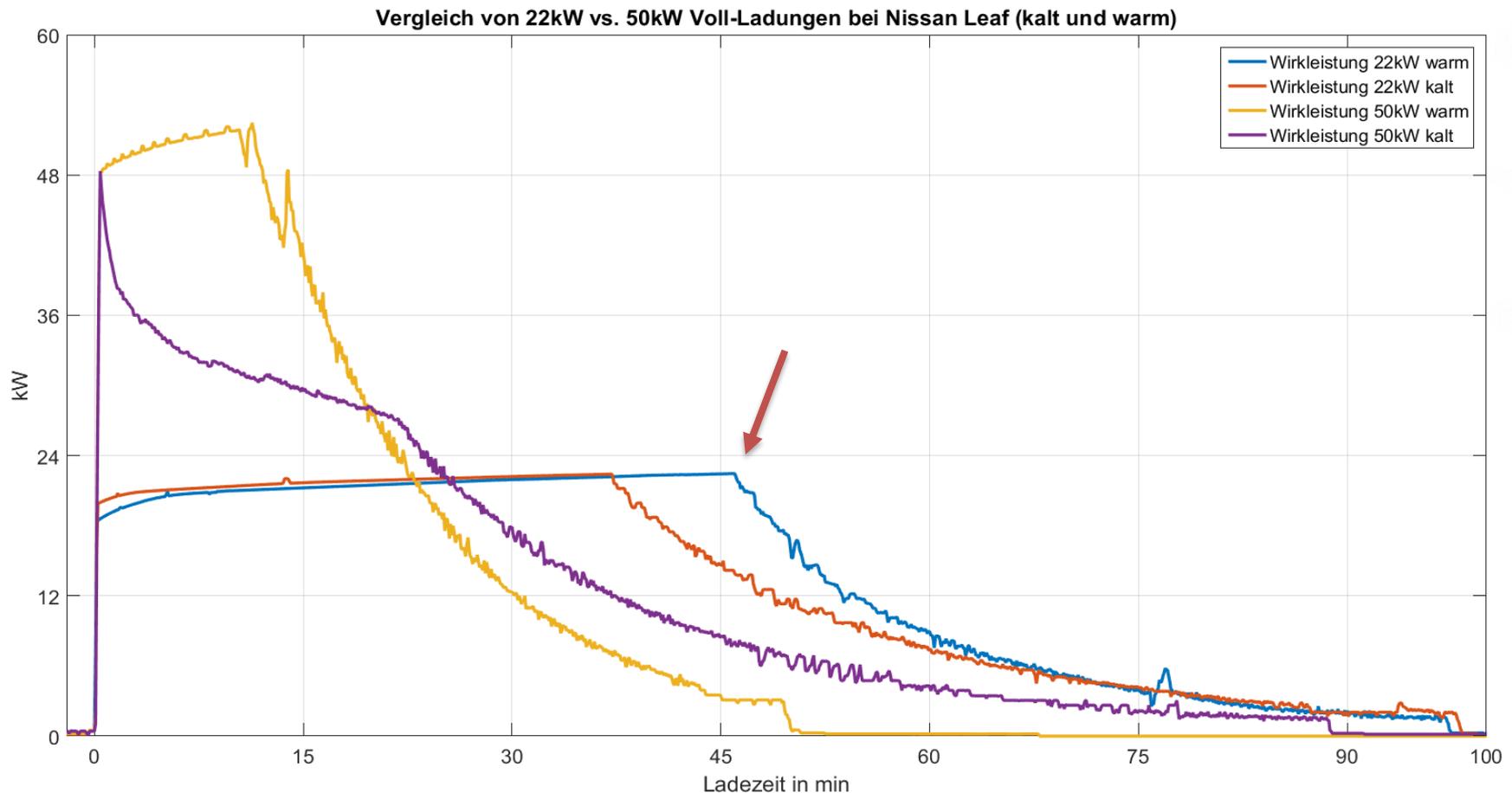
- Unterschiede des Knickpunktes bei unterschiedlicher Ladeleistung und Temperatur (Nissan Leaf - CHAdeMO)
- Werte in Klammer aus Software-Applikation

	Kalt 22 kW	Warm 22 kW	Kalt 50 kW	Warm 50 kW
Datum	17.12.2015	16.12.2015	16.12.2015	15.12.2015
Uhrzeit Start	09:33	14:17	09:15	14:59
Uhrzeit Ende	11:15	16:00	10:54	16:07
SOC Start	6,9% (13,6%)	-- (12,9%)	-- (15,1%)	1,3% (15,6%)
SOC Ende	100% (91,2%)	100% (88,9%)	100% (94,20%)	100% (95,6%)
Temp. Start	5,4°C (11,8°C)	6,9°C (28°C)	5,3°C (13,3°C)	5,0°C (30,5°C)
Temp. Ende	5,5°C (19,6°C)	7,5°C (30,4°C)	6,8°C (22,3°C)	4,3°C (38,6°C)
Anmerkung	Leaf 22 kW (55 A)	Leaf 22 kW (55 A)	Leaf 55 kW (120 A)	Leaf 55 kW (120 A)
<b>Knickpunkt (nutzbare Kapazität)</b>	<b>64,3% SOC</b>	<b>74,3% SOC</b>	<b>56,9% SOC</b>	<b>47,0% SOC</b>

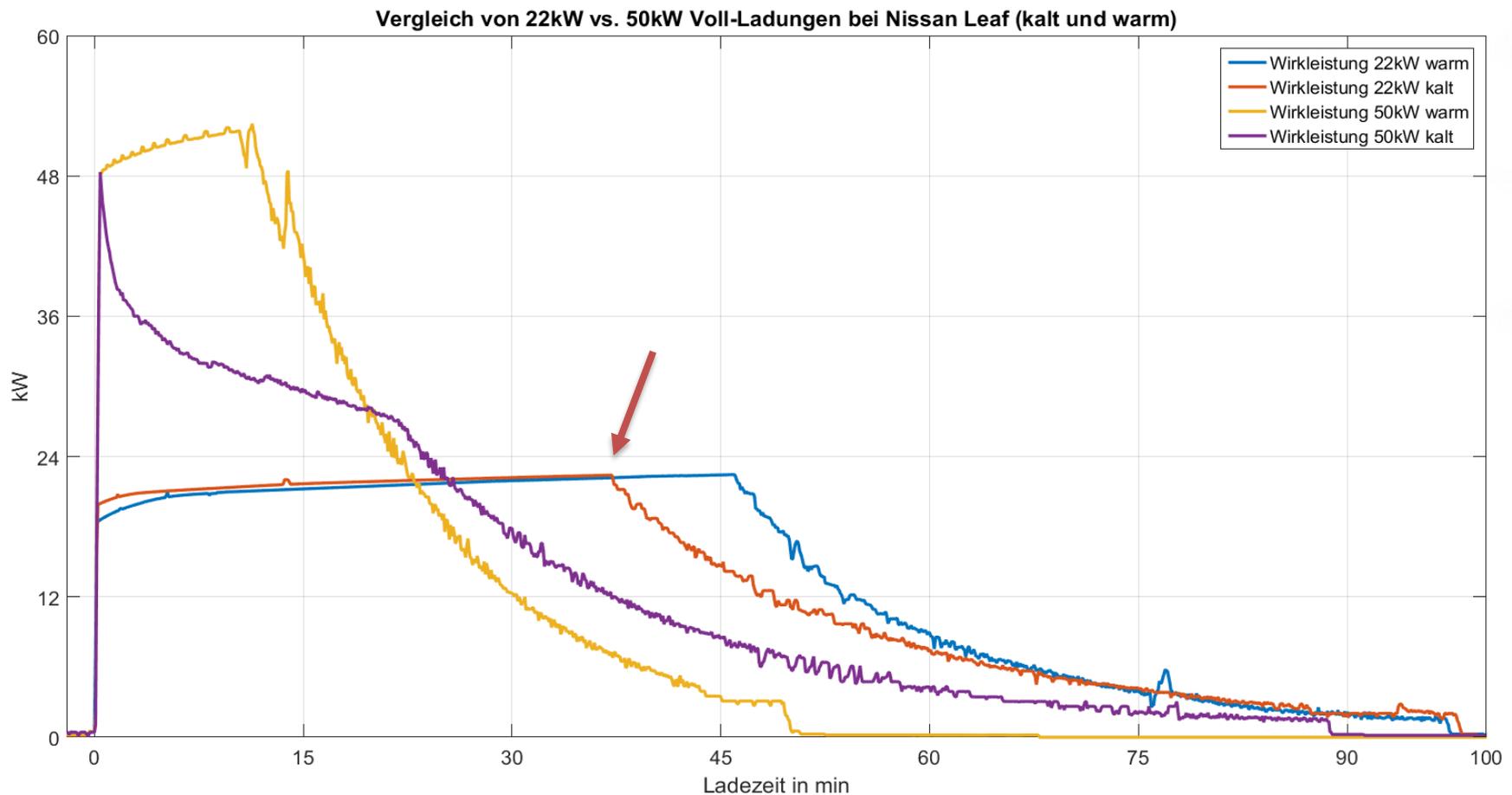
- Vergleich von verschiedenen Vollladungen bei unterschiedlicher Ladeleistung und Batterietemperatur (Nissan Leaf - CHAdeMO)



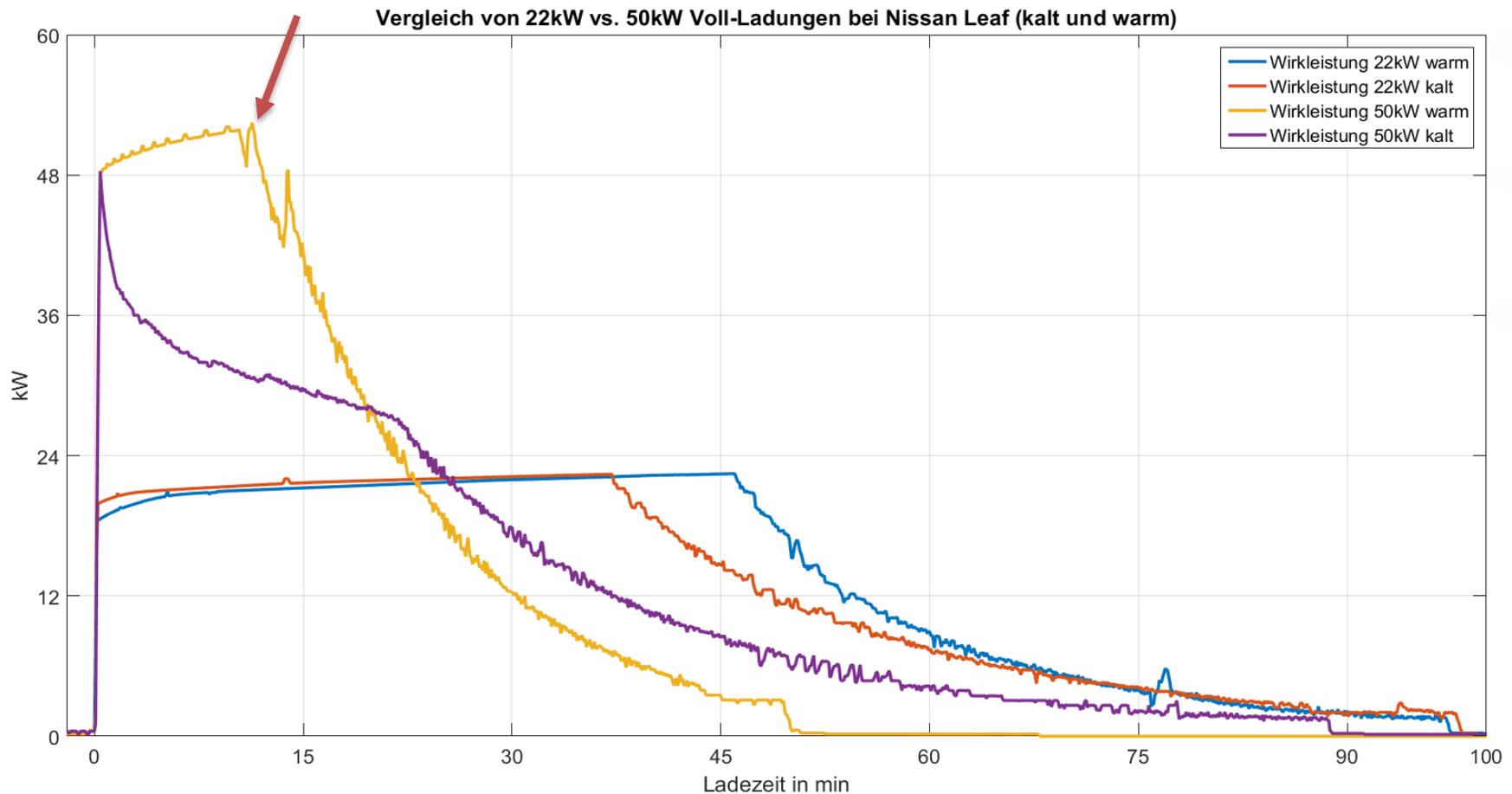
- Bei „warmer“ (28-30°C) Batterie und einem 22kW Ladevorgang wird der Umschaltzeitpunkt bei ca. 74% des SOC erreicht.



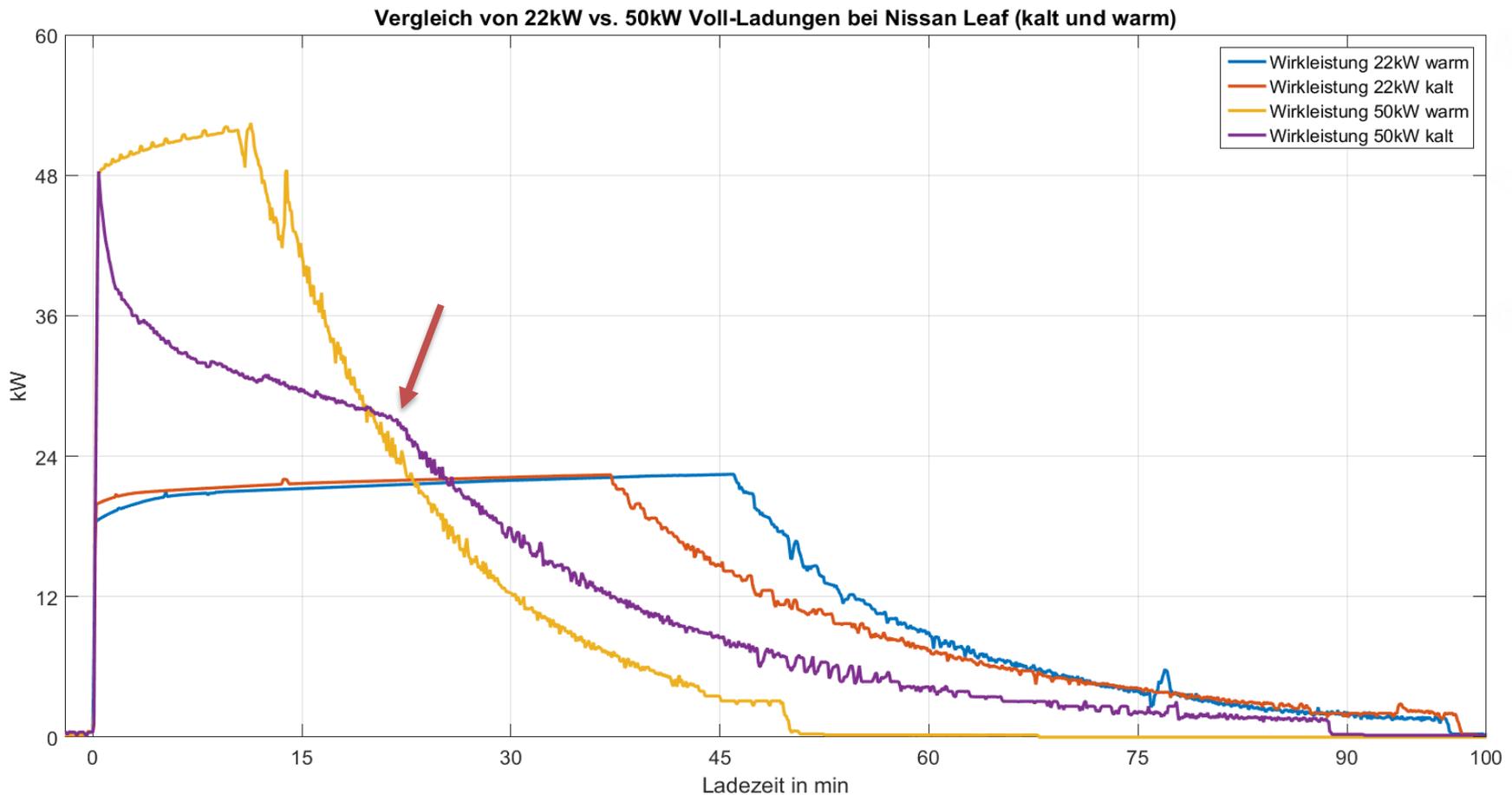
- Bei „kalter“ (12-20°C) Batterie und einem 22kW Ladevorgang wird der Umschaltzeitpunkt bei ca. 64% des SOC erreicht.



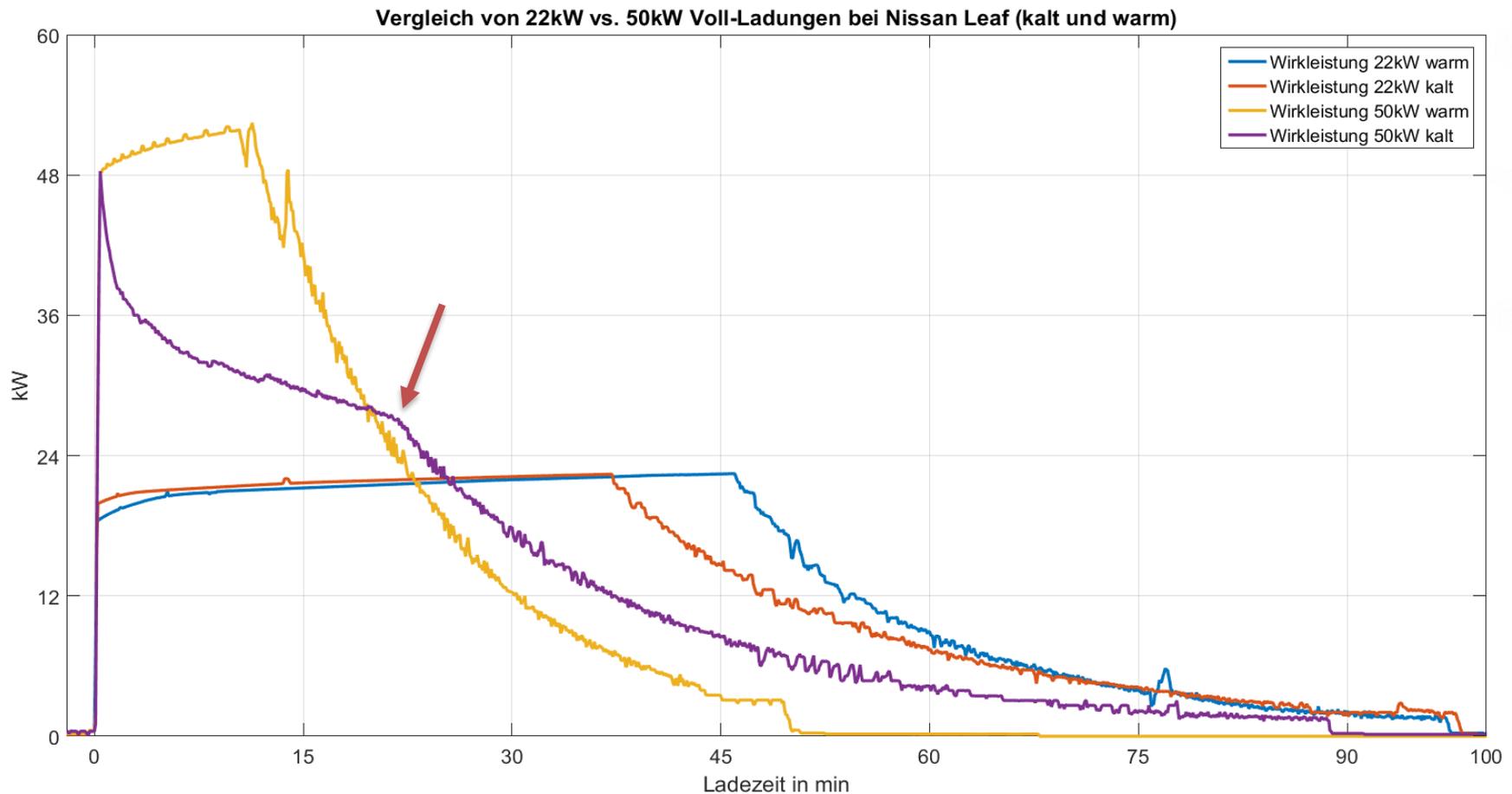
- Bei „warmer“ (31-39°C) Batterie und einem 50kW Ladevorgang wird der Umschaltzeitpunkt bei ca. 47% des SOC erreicht.



- Bei „kalter“ (13-22°C) Batterie und einem 50kW Ladevorgang wird der Umschaltzeitpunkt bei ca. 57% des SOC erreicht.

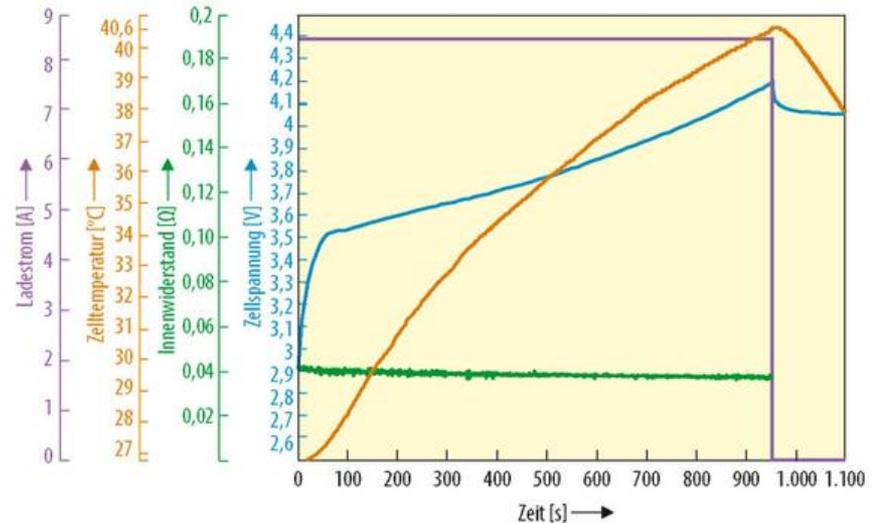
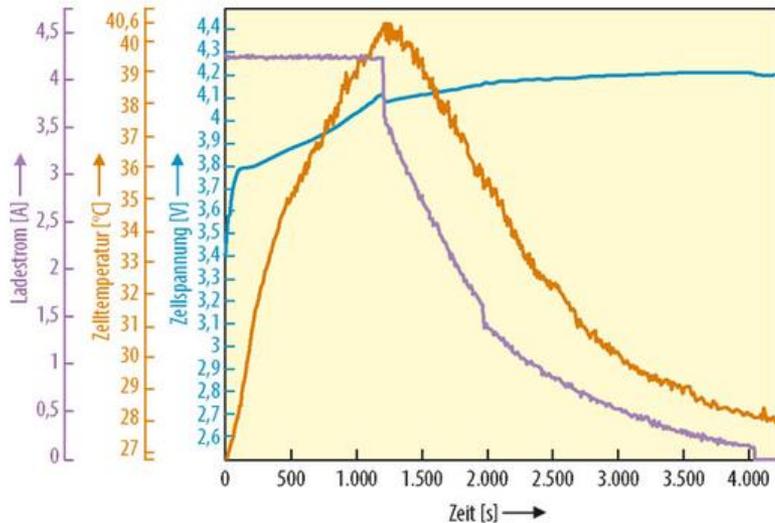


- Durch erhöhten Innenwiderstand der Zelle kann es zu „Lithium-Plating“ kommen → Reduktion der Ladeleistung



# Zusammenfassung und Ausblick

- Im optimalen Betriebstemperaturbereich der Batterie (20-40°C) wird mit zunehmender Ladeleistung der Umschaltzeitpunkt früher erreicht als bei niedrigeren Ladeleistungen.
- Beim Verlassen dieses Bereichs treten weitere Effekte auf, welche die Prognose von Ladevorgängen schwierig gestalten.
- Optimierung der Ladestrategien um Schnellladevorgänge weiter zu verkürzen -> Messung des Zell-Innenwiderstandes



(Quelle: Panasonic Industrial Devices)



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
WIEN

ESEA

Institut für Energiesysteme  
und Elektrische Antriebe

## Kontakt:

**DI Dominik Fasthuber**

*Projektassistent*

*Institut für Energiesysteme und Elektrische Antriebe*

*E: [fasthuber@ea.tuwien.ac.at](mailto:fasthuber@ea.tuwien.ac.at)*

*T: +43 1 58801 370 112*

*W: [www.ea.tuwien.ac.at](http://www.ea.tuwien.ac.at)*