

Stromspeichertechnologien für Mobilitätszwecke

Andreas Schuster

1. Dezember 2009

FH Campus Wieselburg



Inhalt

- **Vorstellung des EAEW**
- **Motivation**
- **Ergebnisse aus meiner Diplomarbeit „Batterie- bzw. Wasserstoffspeicher bei elektrischen Fahrzeugen“**
- **Energieaufbringung**
- **Leistungsbetrachtung**
- **Ganzheitliche Betrachtung der Mobilität**

Inhalt

- **Vorstellung des EAEW**
- **Motivation**
- **Ergebnisse aus meiner Diplomarbeit „Batterie- bzw. Wasserstoffspeicher bei elektrischen Fahrzeugen“**
- **Energieaufbringung**
- **Leistungsbetrachtung**
- **Ganzheitliche Betrachtung der Mobilität**

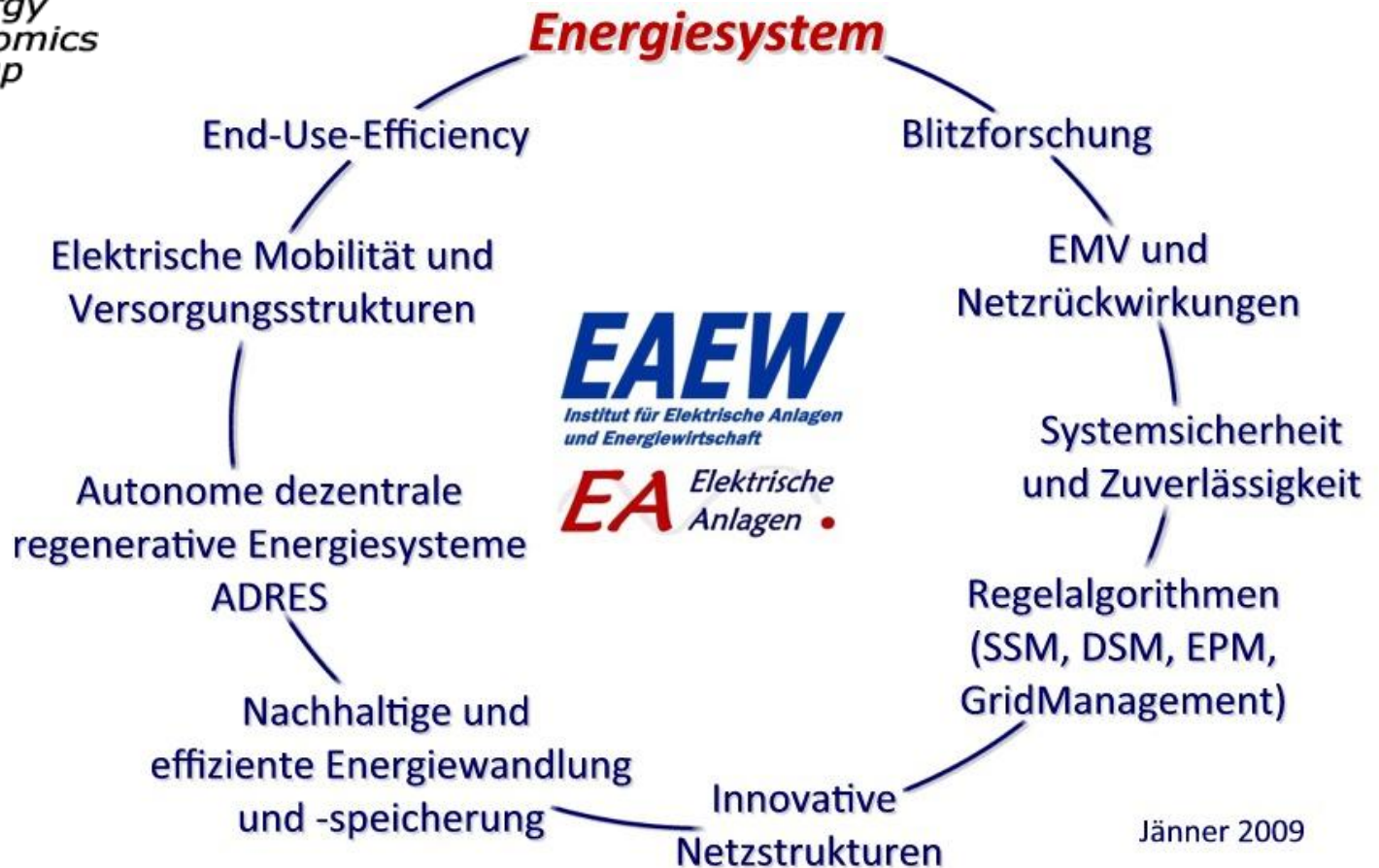
Vorstellung des EAEW

Arbeitsgruppen

EA Elektrische Anlagen •

EG Energy Economics Group

Institutsvorstand: Prof. Brauner



Jänner 2009

Überblick der laufenden Projekte bzgl. E-Mobility



Industrielle Forschung: Ermittlung des Energiebedarfs und der Lastprofile von Elektroautos anhand simplifizierter Verkehrsdaten in autonomen Inselnetzen.



Grundlagenforschung : Analyse vorhandener Fahrzeug- und Batterietypen, Nutzerbedürfnisse und deren Verhalten sowie innovativen Netzintegrationskonzepten mit Ladeinfrastrukturplanung.



Modellregion: Wissenschaftliche Begleitung mit Auswertungen der Verbrauchs- und Ladedaten realer Benutzung elektrischer Fahrzeuge in Vorarlberg.



Expertengruppen: Vernetzung der wesentlichen Akteure um Forschungsbedarf zu definieren, den Markteintritt der E-Mobilität zu vereinfachen und gemeinsame Projekte zu initiieren.



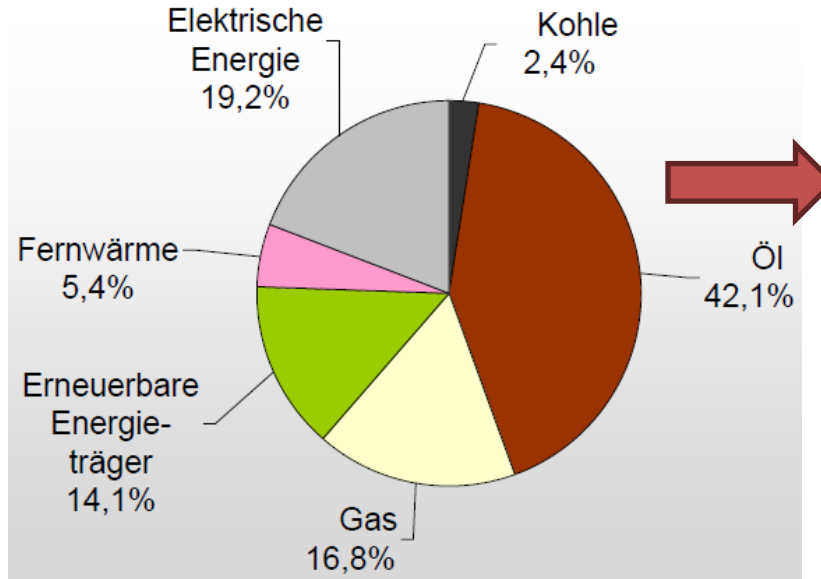
Forschungszentrum "Energie und Umwelt": Kompetenzen für Forschungspartner und Kunden werden durch fakultätsübergreifende Zusammenarbeit an der TU Wien verfügbar gemacht um Nachhaltigkeit in die Tat umzusetzen.



Inhalt

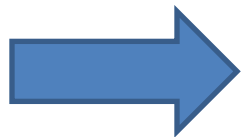
- Vorstellung des EAEW
- **Motivation**
- Ergebnisse aus meiner Diplomarbeit „Batterie- bzw. Wasserstoffspeicher bei elektrischen Fahrzeugen“
- Energieaufbringung
- Leistungsbetrachtung
- Ganzheitliche Betrachtung der Mobilität

Energiebedarf in Ö [Statistik Austria]



Für Verkehrszwecke werden 76,7% aller Ölprodukte verwendet.

Anteil der Energieträger am Energetischen Endverbrauch 2007

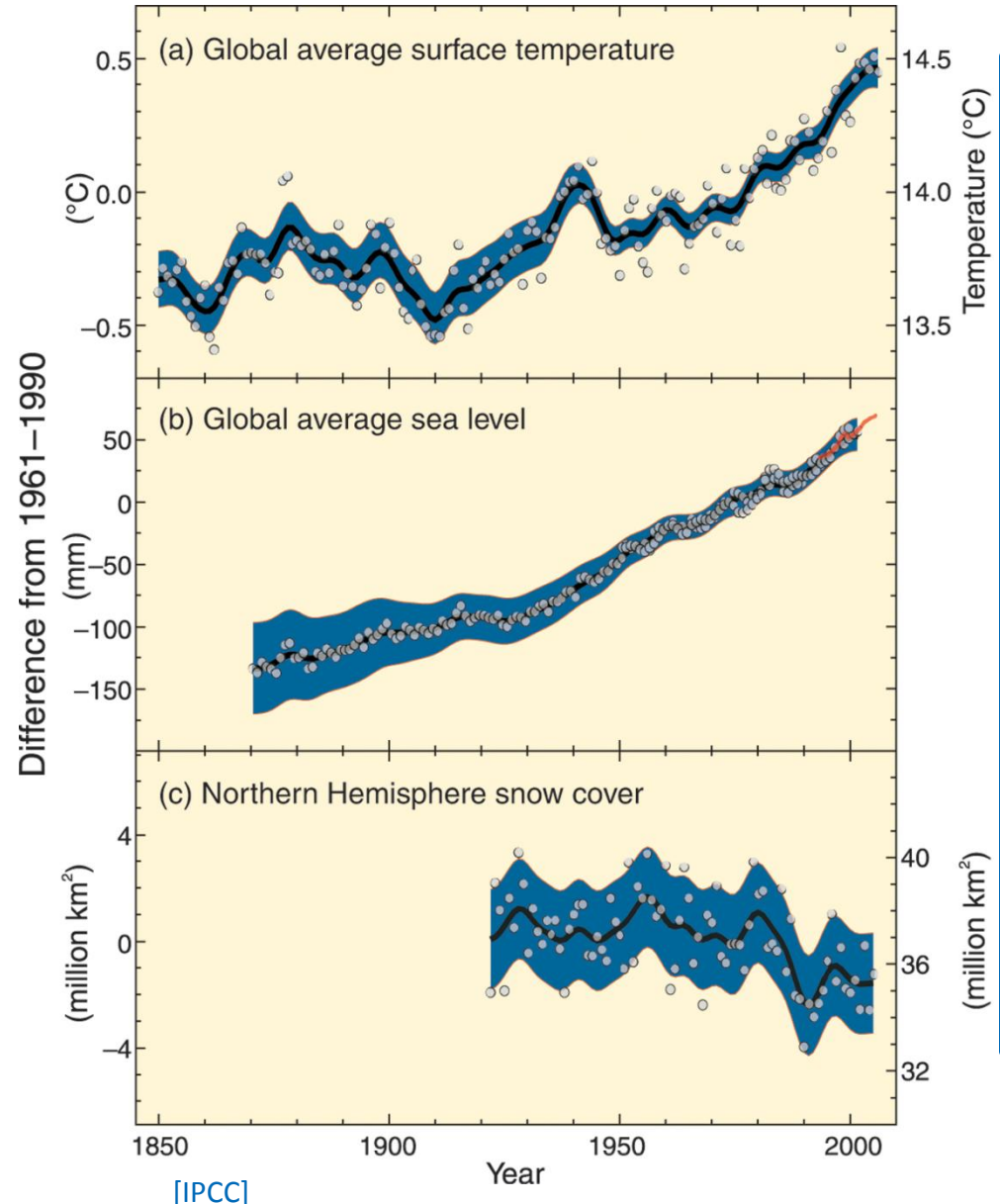


Der Verkehr benötigt rund 33% des österreichischen Endenergieverbrauchs und ist nahezu zu 100% von Öl abhängig!

Folgen weltweit

UNO-Klimabericht:

- Temperaturanstieg „beispiellos“
- Verursacher ist der Mensch
- Mindestens + 1,1 Grad, maximal + 6,4 Grad
- Jedes Jahrzehnt 0,2 Grad mehr
- Meeresspiegel steigen
- Extreme Wetterereignisse nehmen zu



Österreichische Strategien zur Erhöhung des Anteils der regenerativen Energien 2050 [BRAUNER]

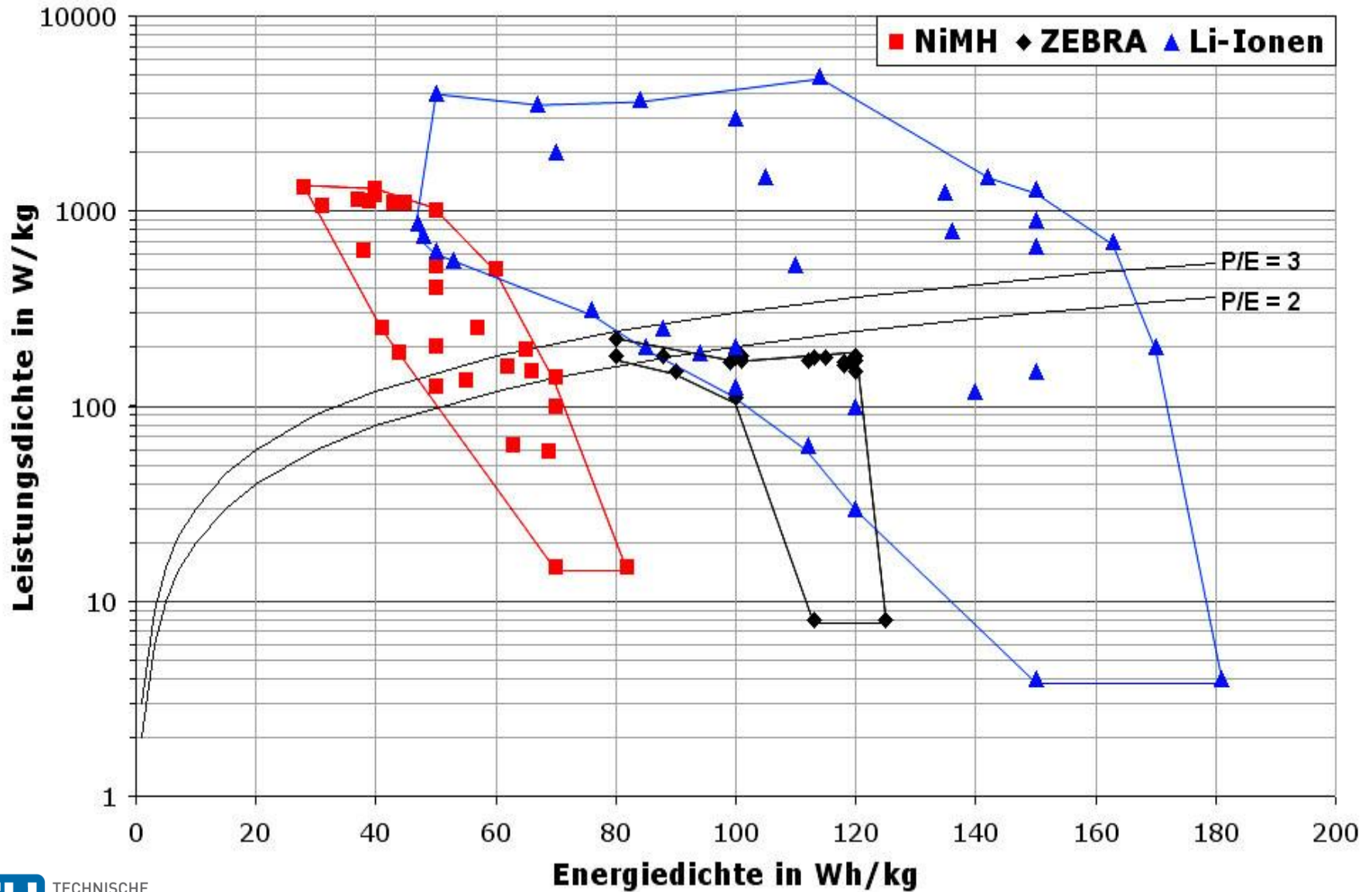
- Ausbau der Wasserkraft von 38 auf 45 TWh
(dies sind 7 TWh von noch nutzbaren 13 TWh)
- Ausbau der Windkraft von 2 TWh auf 6 TWh
(Ausschöpfung des Potenzials mit 5 MW-Anlagen)
- Ausbau der Solarenergie (PV) auf 20 TWh
(Dachflächen in Ö 140 km², Fassadenflächen 50 km², 50 % für PV genutzt)

Das regenerative Potenzial der Elektrizität beträgt damit 71 TWh.
Derzeitiger Elektrizitätsbedarf ist rund 65 TWh.

Inhalt

- Vorstellung des EAEW
- Motivation
- **Ergebnisse aus meiner Diplomarbeit „Batterie- bzw. Wasserstoffspeicher bei elektrischen Fahrzeugen“**
- Energieaufbringung
- Leistungsbetrachtung
- Ganzheitliche Betrachtung der Mobilität

Batterievergleich



Batteriezusammenfassung

Kriterien	NiMH	ZEBRA	Li-Ionen
Ruhespannung	—	○	+
spez. Energiewert	—	○	+
spez. Leistungswert	+	○	+
SOC-Bestimmbarkeit	—	+	○
Hochstromfähigkeit	+	—	○
Temperaturverhalten	○	+	—
Selbstentladung	○	—	+
Zyklusfestigkeit/Lebensdauer	+	○	—
Effizienz	+	—	+
Preis	+	○	—
Sicherheit	+	+	—



Li-Ionen-Systeme mit ev. Nano-Technologie

Wasserstoffkette aus RES

Elektrolyse



Aufbereitung (Kompression, Verflüssigung)



Transport und Verteilung



Mobile Speicherung (Druckwasserstofftank CHG, Flüssigwasserstofftank LHG, Reversibler Metallhydridspeicher MH, Chemischer Hydridenspeicher, Carbon-Nanofaserspeicher CNF)



Brennstoffzellen (Proton Exchange Membrane PEM)
+ Nebengeräte in einem H₂-BZ-System



PEM + CHG-Tank

Unterschiede im allg. Aufbau

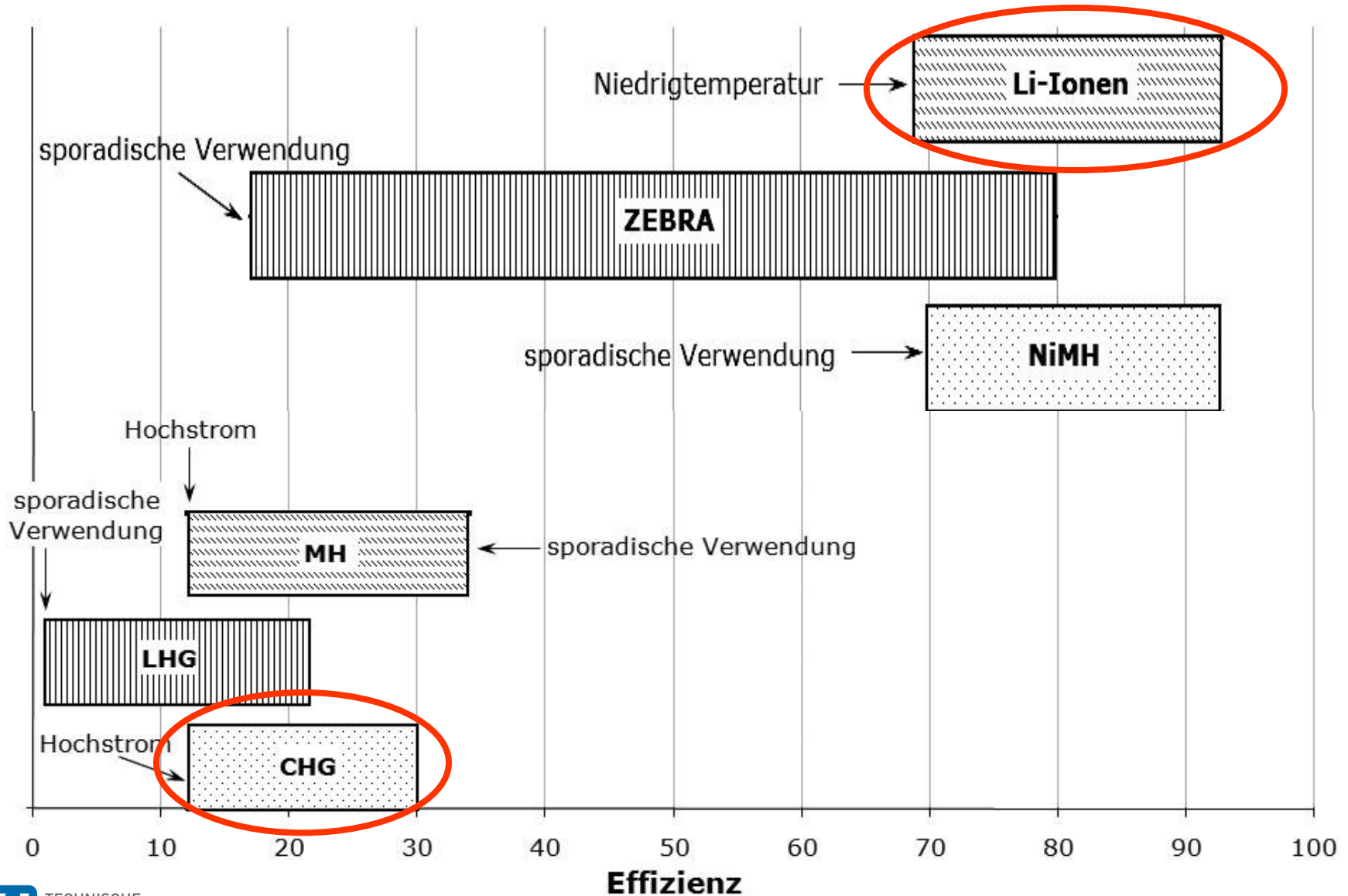
	Li-Ionen-Batterien	H ₂ -BZ mit CHG-Tank
Struktur	Energie und Leistung direkt gekoppelt	Energie durch Tank und Leistung durch BZ bestimmt
Gesamtsystem	Einfach	Komplex
Form	Flexibel	Starr
U-Änderung je nach SOC	10 % der $U_{N,Batt}$	Keine
U-Änderung je nach I	20 % der $U_{N,Batt}$	60 % der $U_{N,BZ}$
Selbstentladung	Kaum	Keine
Lebensdauer	abhängig vom Ladeverhalten, max. 5 Jahre	abhängig von Verwendung, max. 15 Jahre

Probleme

Reichweite und
Aufladedauer

Betankungsinfrastruktur

Effizienzvergleich



Unterschiede im Preis

On-board Bereitstellung von 20 kWh und 40 kW

Jahr 2010

- Li-Ionen-Batterien: 6 000,- bis 10 000,- €
- PEM + CHG-Tank + Nebengeräte: 16 000,- bis 24 000,- €

Jahr 2015

- Li-Ionen-Batterien: 2 000,- bis 6 000,- €
- PEM + CHG-Tank + Nebengeräte: 9 600,- €

Quellen: B. Gerl: „Innovative Automobilantriebe“, K. D. Beccu und M. A. Fetcenko: „From Metal-hydride Batteries to Hybrid Vehicles“, T. Engel: „Plug-in Hybrids“, S. M. Schoenung und W. V. Hassenzahl: „Long- vs. Short-Term Energy Storage Technologies Analysis“, G. J. Suppes: „Roles of plug-in hybrid electric vehicles in the transition to the hydrogen economy“

Inhalt

- Vorstellung des EAEW
- Motivation
- Ergebnisse aus meiner Diplomarbeit „Batterie- bzw. Wasserstoffspeicher bei elektrischen Fahrzeugen“
- **Energieaufbringung**
- Leistungsbetrachtung
- Ganzheitliche Betrachtung der Mobilität

Energieaufwand Elektromobilität in Ö

Motor	Antriebseffizienz	Mittlere Effizienz (European drive cycle)
Benzinmotor	25 – 28 %	15 %
Dieselmotor	35 – 37 %	20 %
Elektrischer Antrieb	60 – 80 %	50 %

Energie Effizienz von Antrieben (tank / battery to wheel) [BRAUNER]



➤ **15 % des derzeitigen Strombedarfs**
bei 1 E-Auto je
2 Einwohner und
10 000 km/a Fahrleistung

Verkehrsträger	Energie-Bedarf kWh/100 km	Sitzplätze	Mittlere Auslastung %	Energie je Passagier kWh / 100 km	Energie je Passagier Liter* / 100 km
Flugzeug A320-200	3.500	150	70	33	3,7
ICE 200 km/h	3.700	700	30	18	2,0
Regionalbahn	1.800	500	20	18	2,0
U-Bahn	1.900	600	21	15	1,7
Bus	360	40	20	45	5,0
Pkw fossil	55	4	30	46	5,2
Hybrid-Auto	40	4	30	33	3,8
Elektrofahrzeug	18	4	30	15	1,7

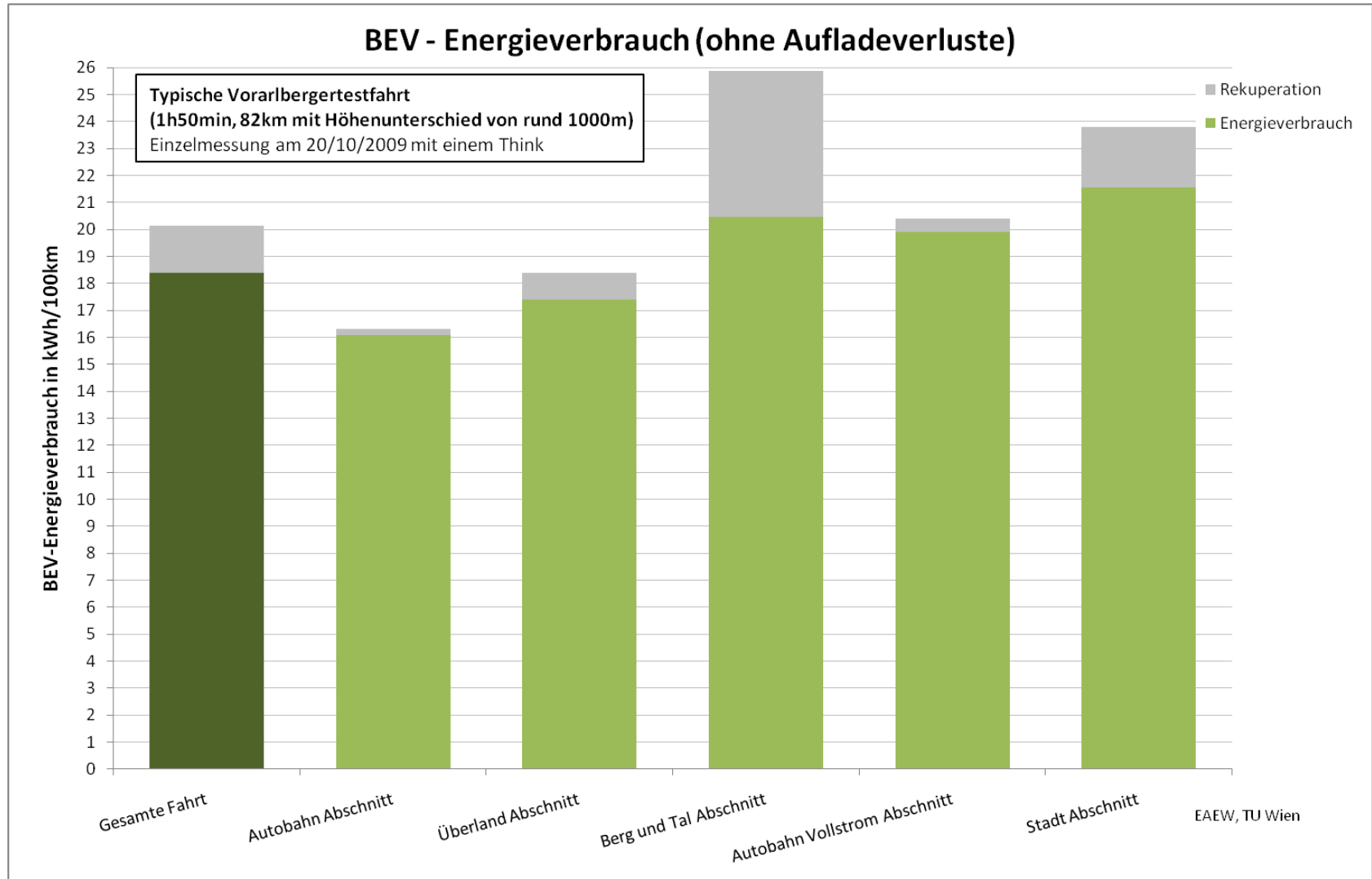
Energieeffizienz [BRAUNER]

Energiebereitstellung für Elektromobilität in Ö

Quelle	Wirkungs- grad	Volllast- Stunden pro Jahr	Installierte Leistung je Elektromobil	Bemerkung
Photovoltaik	12 – 23 %	900	2,5 kW	20 – 25 m ² PV je E-Auto
Wind	30 – 45 %	2.000	1,0 kW	2 MW Wind für 2.000 E-Auto
Wasser	90 – 95 %	4.500	0,5 kW	10 MW Wasserkraft für 21.000 E-Auto
GuD- Kraftwerk	58 – 60 %	8.000	0,25 kW	350 MW- Anlage für 1,35 Mio. E-Auto

Energiebereitstellung für ein Fahrleistung von 10 000 km/a [BRAUNER]

Ersten Ergebnisse aus der Modellregion VLOTTE

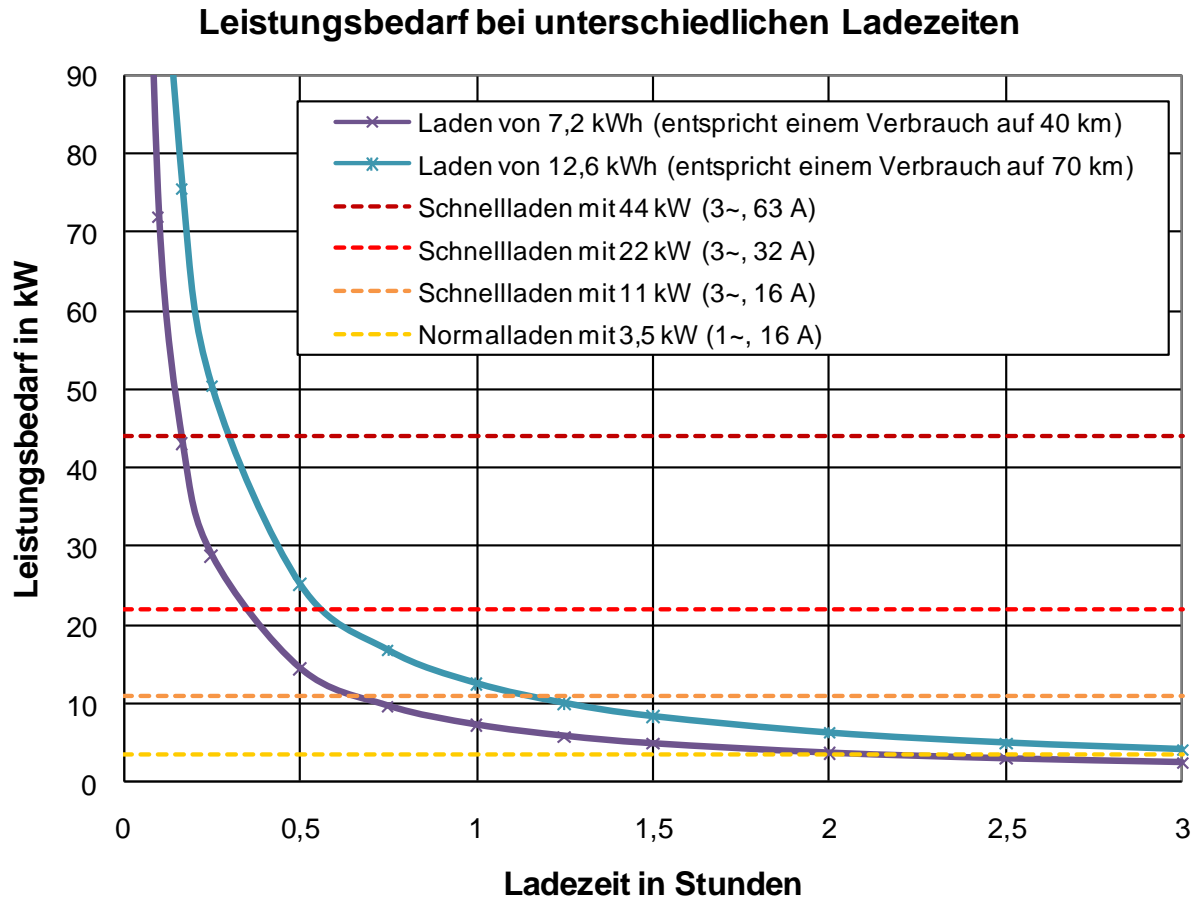


Inhalt

- Vorstellung des EAEW
- Motivation
- Ergebnisse aus meiner Diplomarbeit „Batterie- bzw. Wasserstoffspeicher bei elektrischen Fahrzeugen“
- Energieaufbringung
- **Leistungsbetrachtung**
- Ganzheitliche Betrachtung der Mobilität

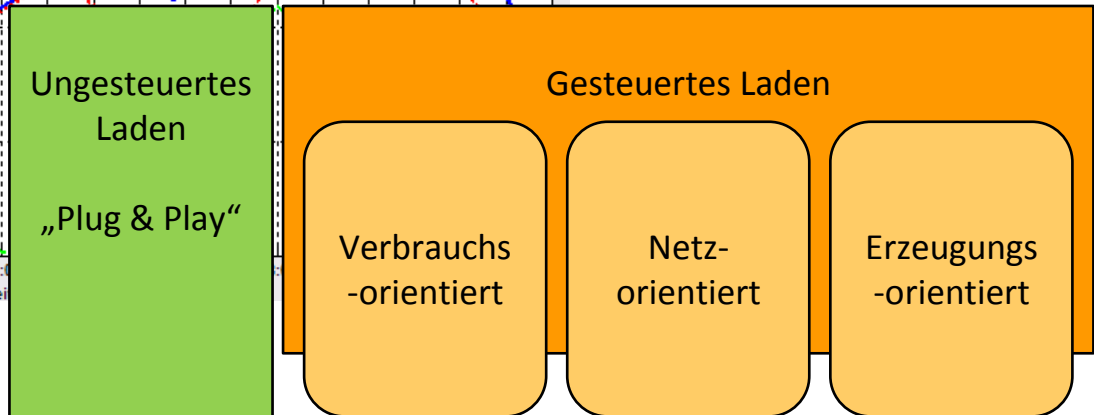
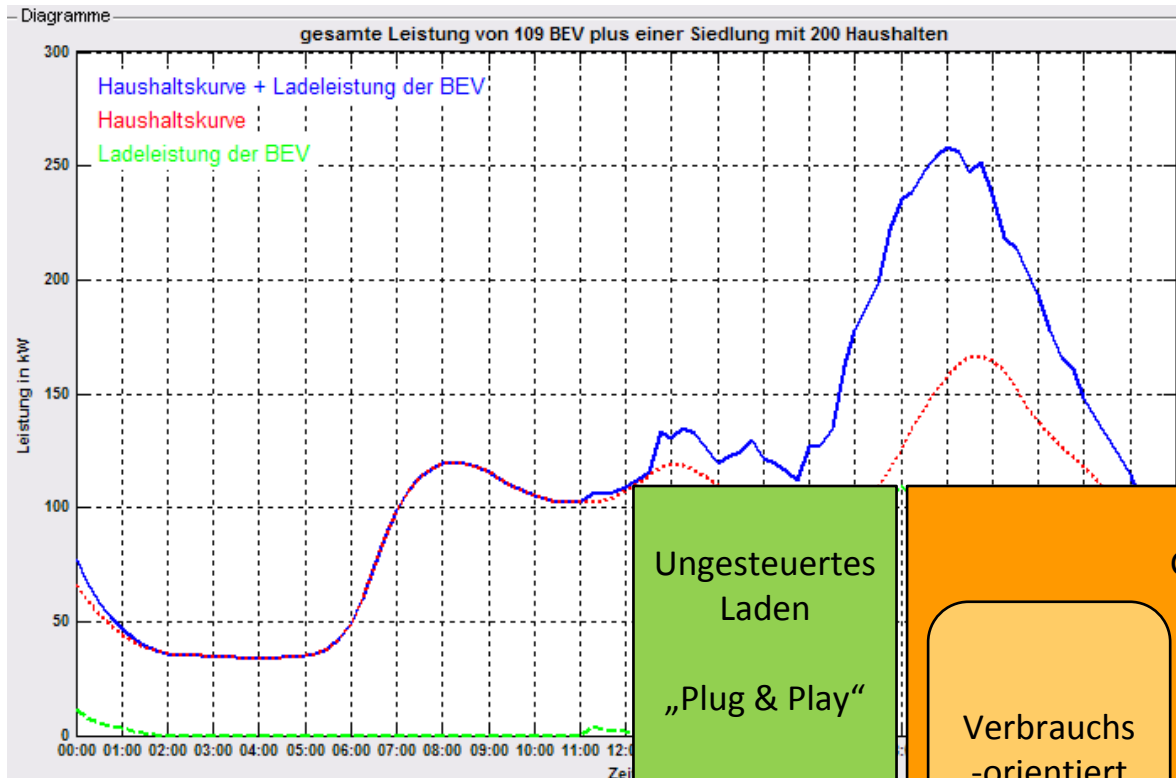
Leistungsaufwand Elektromobilität in Ö

➤ Laden benötigt ausreichend Leistung oder Zeit



Unterschiedliche Ladeleistungen [EAEW]

Leistungsaufwand Elektromobilität in Ö



Kommunikationsbedarf steigt

Keine Kommunikation, Vergleichmäßigen, Unabhängig von Netzsituation

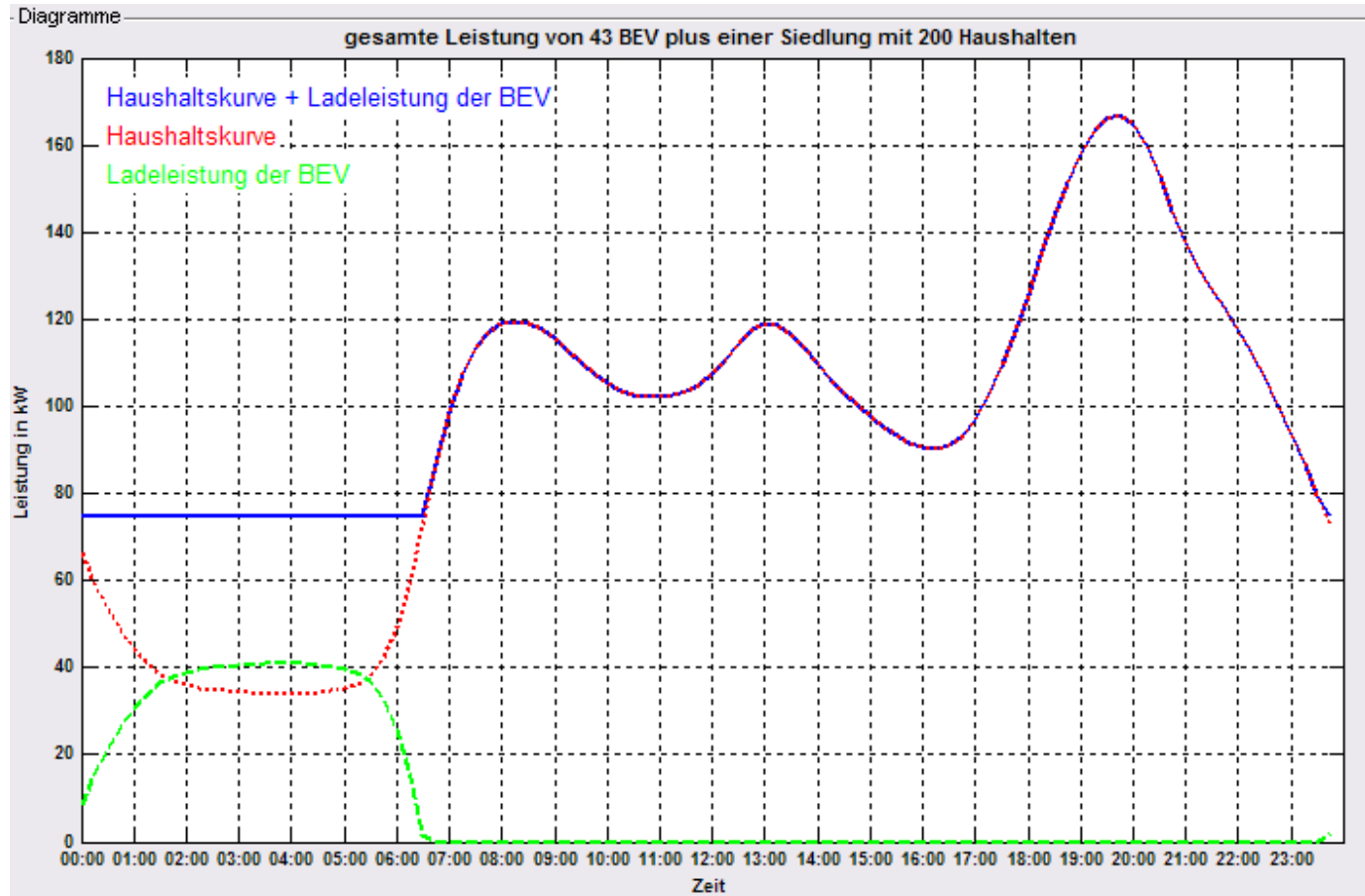
Spitzenlastvermeidung z.B. Kollektives Zulassen/ Sperren des Ladens

Einhaltung der Netzparameter

Einbeziehen von fluktuierendem, erneuerbarem Energiedargebot

Ladestrategien [EAEW]

Leistungsaufwand Elektromobilität in Ö



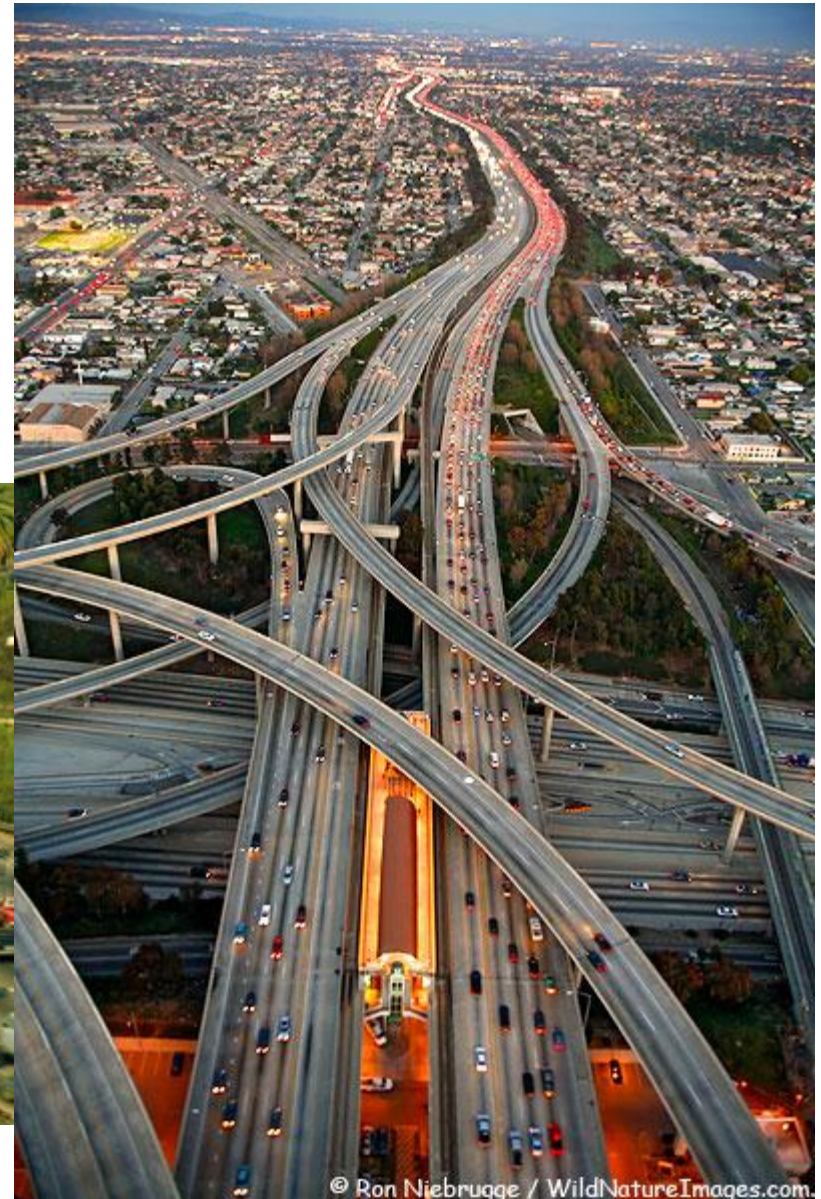
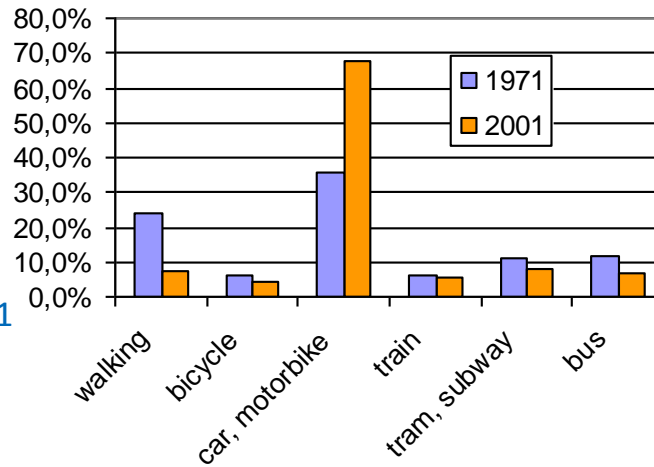
Gesteuerter Leistungsverlauf für 1 E-Auto je 5 Haushalte mit 3,7 kW [EA EW]

Inhalt

- Vorstellung des EAEW
- Motivation
- Ergebnisse aus meiner Diplomarbeit „Batterie- bzw. Wasserstoffspeicher bei elektrischen Fahrzeugen“
- Energieaufbringung
- Leistungsbetrachtung
- **Ganzheitliche Betrachtung der Mobilität**

Ganzheitliche Betrachtung der Mobilität

Änderung des
Mobilitätsverhaltens in
Österreich 1971 bis 2001
[ÖSTAT]



Kontakt Daten

EAEW

TU Wien – Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft
Gußhausstraße 25/E373-1
1040 Wien - Österreich

Dipl.-Ing. Andreas Schuster

E: schuster@ea.tuwien.ac.at

T: 01 58801 37334

W: <http://www.ea.tuwien.ac.at>

