Preferred Citation Style for this Presentation

Waraich, Rashid A. (2010) Aufladeverhalten von Plug-In-Hybrid Elektrischen Fahrzeugen, *Verkehrsingenieurtag 2010,* Zurich, Switzerland, March 2010.

Aufladeverhalten von Plug-in-Hybrid Elektrischen Fahrzeugen

Rashid A. Waraich

IVT
ETH
Zürich

März 2010

Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme
Institute for Transport Planning and Systems

ETH
Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

Motivation: Kommender Wechsel ?

Hybrid Fahrzeuge

Plug-in-Hybrid Elektrische Fahrzeuge (PHEF)

Toyota Prius

Grössere Batterie und el. Stecker hinzugefügt

Chevrolet Volt

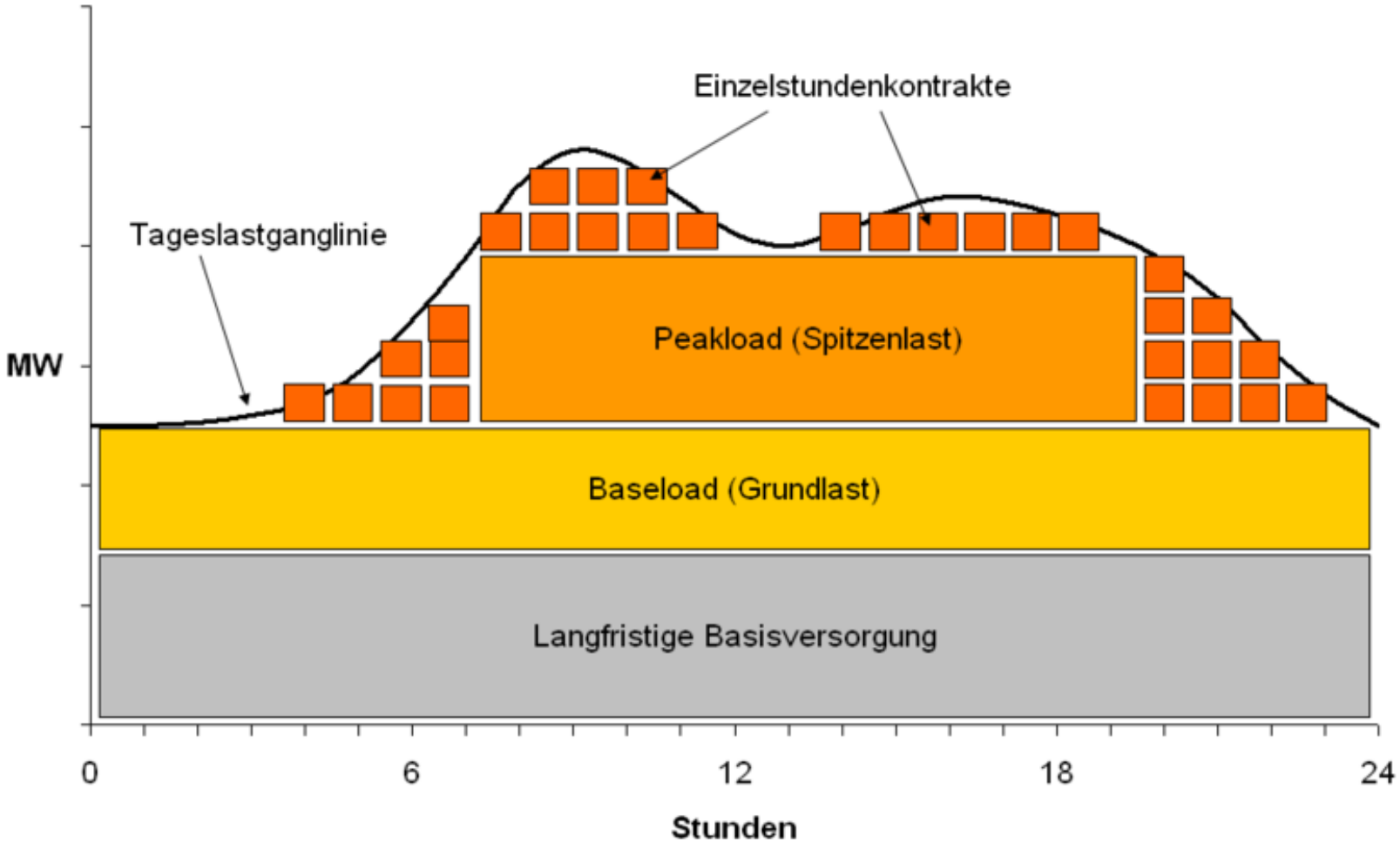
Opel Ampera

[alle Bilder von wikipedia.org]

PHEF Umweltfreundlicher?

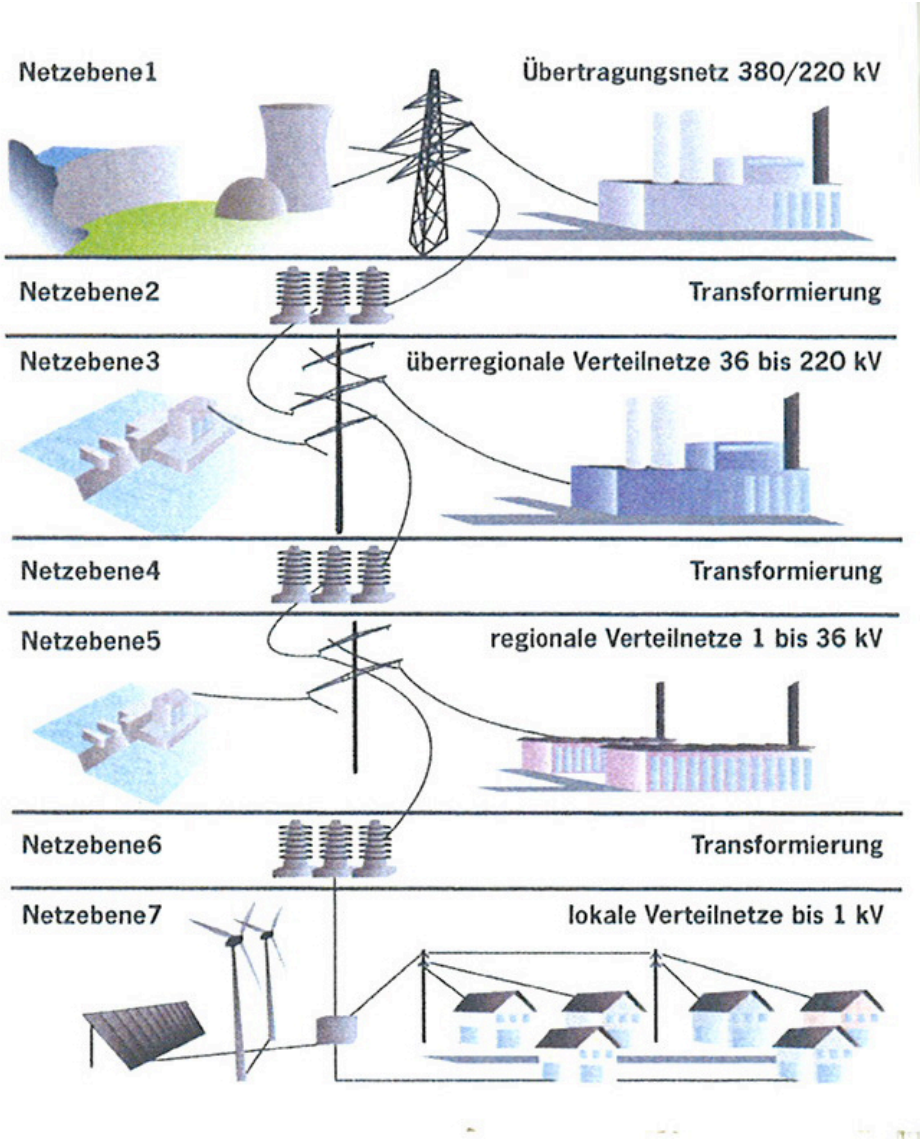
[alle Bilder von wikipedia.org]

Herausforderungen 1: Höhere Spitzenlast



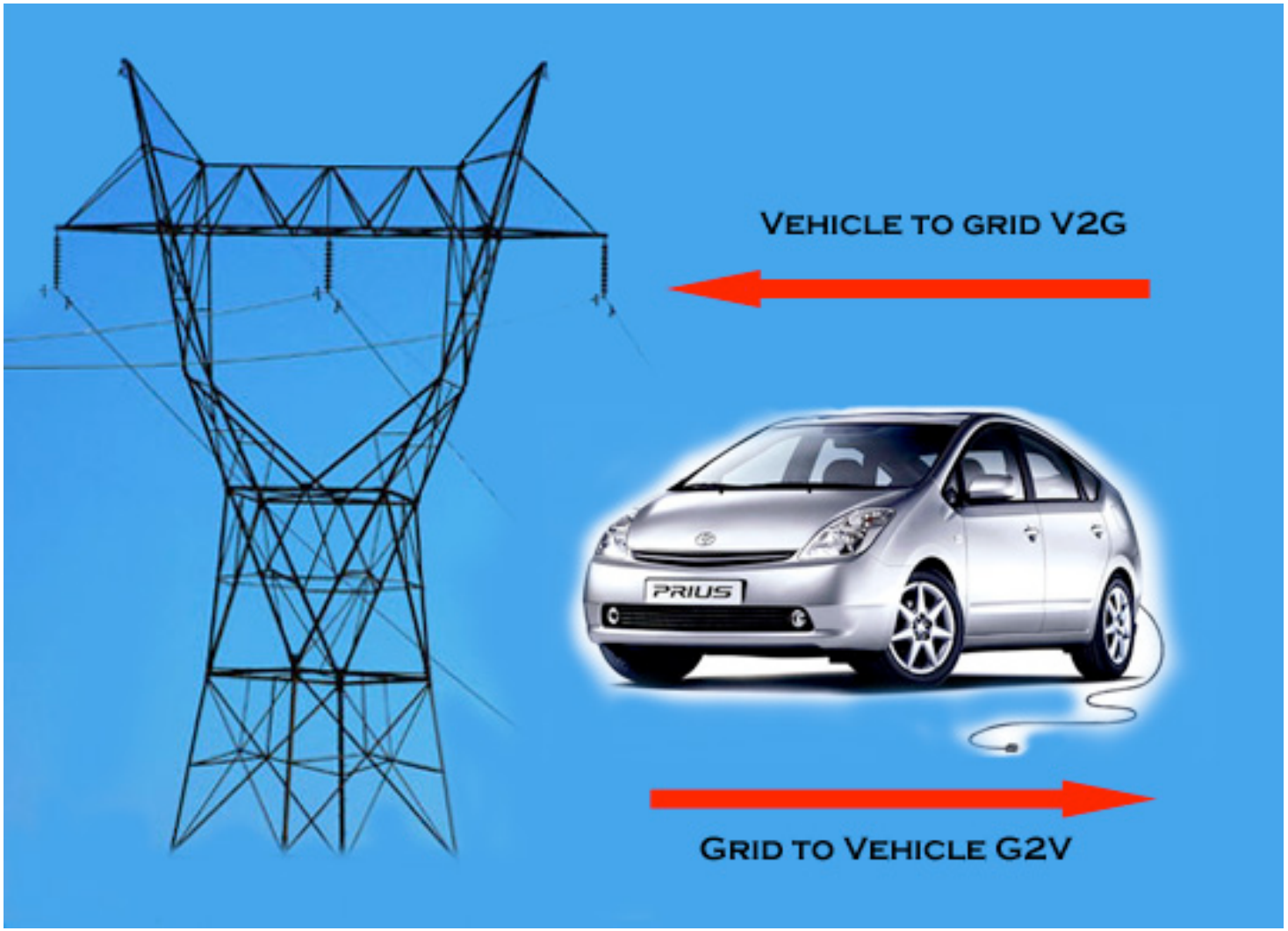
[wikipedia.org]

Herausforderung 2: Engpässe im Verteilernetz



Source: http://www.arosaenergie.ch

Die Lösung: Smart Grid und Vehicle-to-Grid?



Source: www.global-greenhouse-warming.com

Interessensgruppen und Ihre Bedürfnisse

- Bund, Städte, Gemeinden
  - Ziele: Energiesicherheit, Reduktion Treibhausgase, etc.
  - Mögliche Massnahmen: Bevorzugung von PHEVs (z.B. Benzinpreis, Parkplätze, Strassenzoll, PHEF subventionieren, Ladestationen), Auflagen für El. Netzbetreiber, etc.
- El. Netzbetreiber (und Autohersteller)
  - Ziele: Gewinnmaximierung, störungsfreie Einspeisung von Elektrizität, etc.
  - Mögliche Massnahmen: Smart Grid und Vehicle-To-Grid umsetzen (z.B. Energiebörse, Fixverträge mit PHEF Besitzern)
- PHEF Besitzer
  - Ziele: günstig aufladen, umweltschonend fahren, etc.
  - Mögliche Massnahmen: Präferenzen konfigurieren

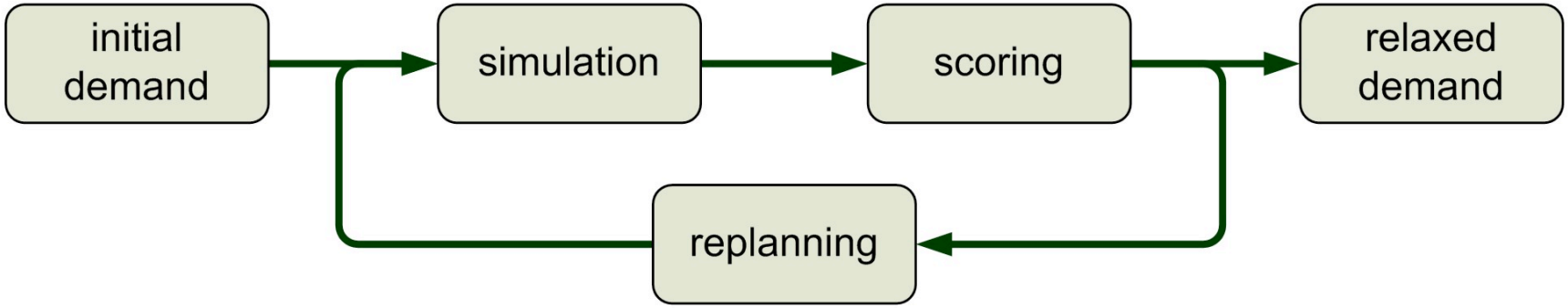
Vorgehen

- Agentenbasiertes Modell
  - Modellierung von Vehicle-to-Grid
  - Individuelle Präferenzen der PHEF modellieren (Ladezustand, Geplante Aktivitäten, etc.)
  - Engpässe im elektrischen Netz aufspüren
  - Umweltbelastung

- Framework um PHEF und deren Einflüsse zu verstehen
  - Schnittstellen für erweiterte Modelle anbieten

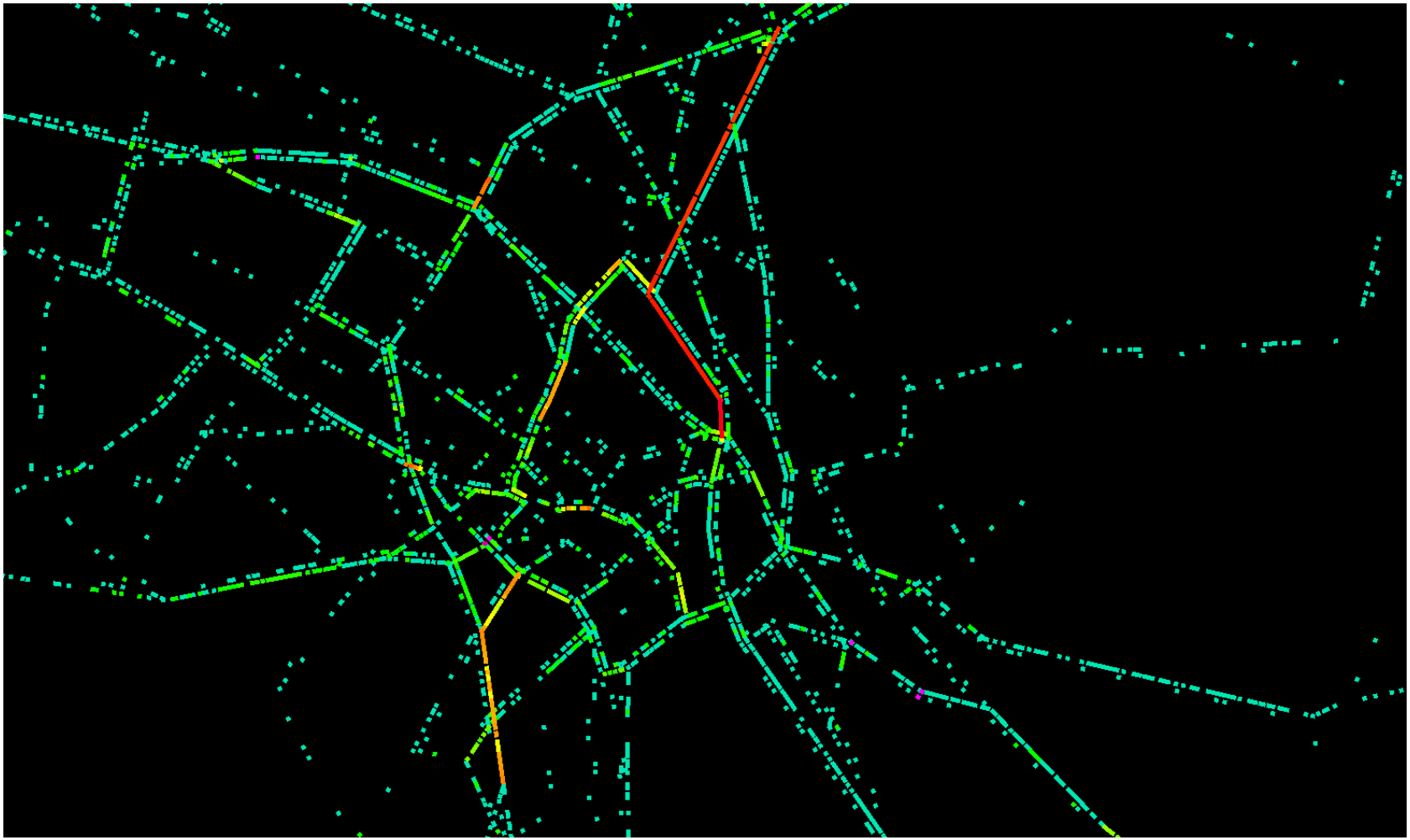
Framework basierend auf MATSim

MATSim (Multi-Agent Transport Simulation)



(C. Dobler, IVT, ETH Zürich)

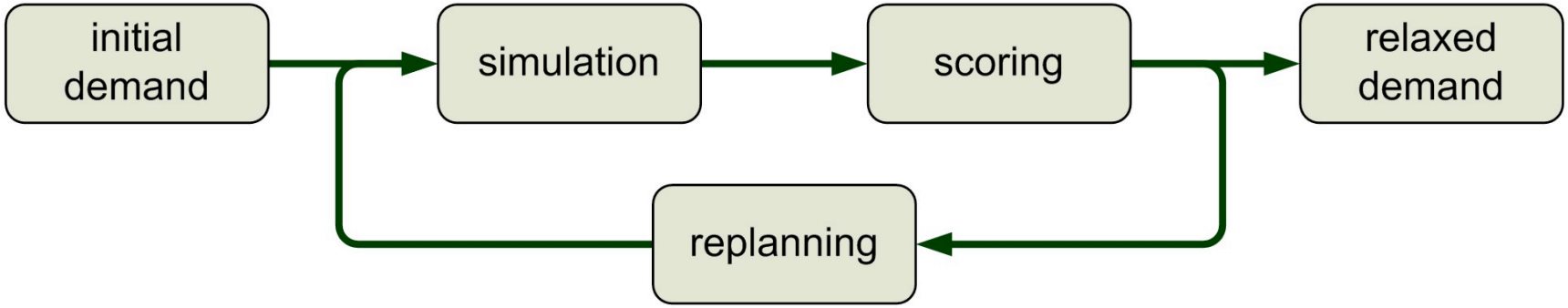
Verkehrssimulation



Source: www.matsim.org

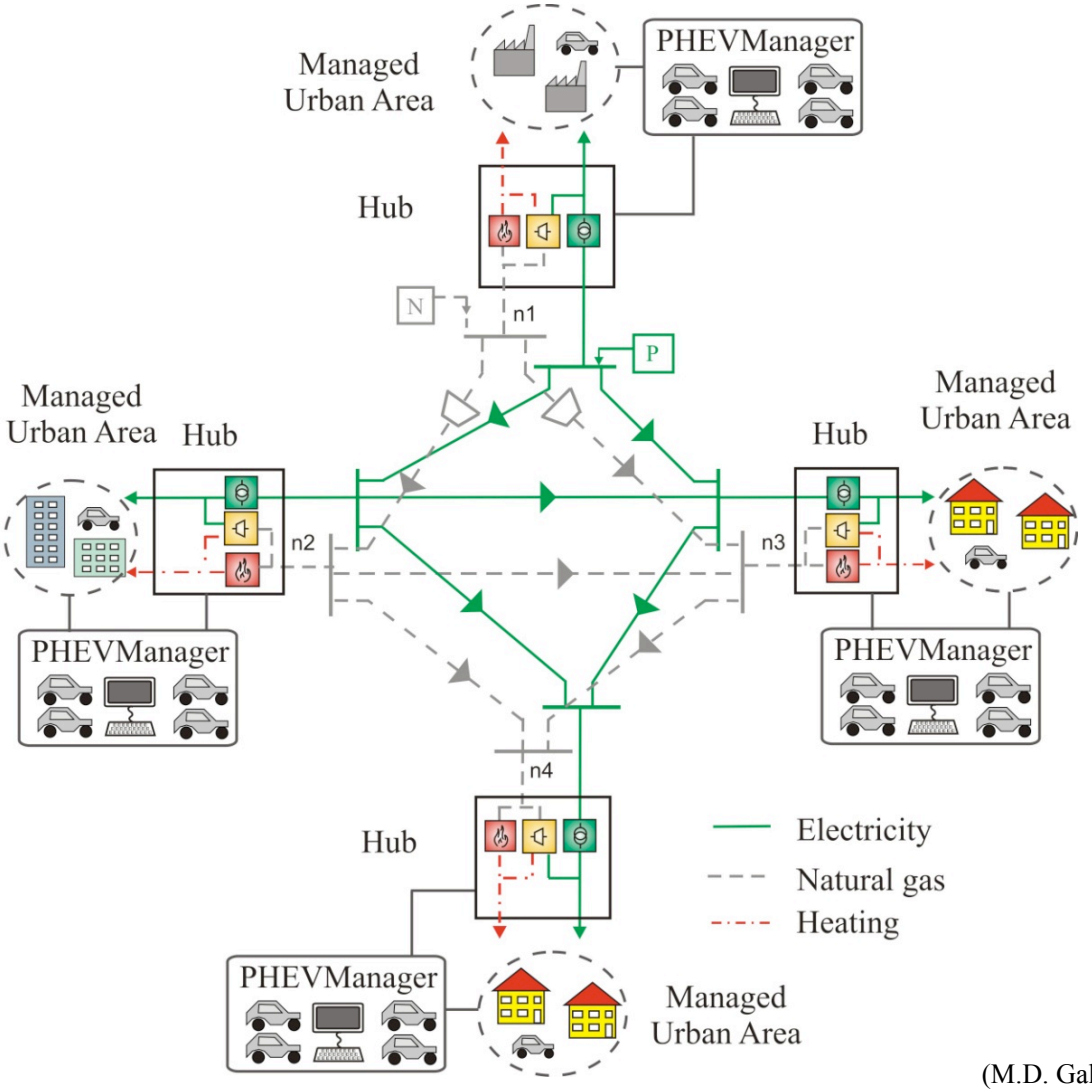
Framework basierend auf MATSim

MATSim (Multi-Agent Transport Simulation)



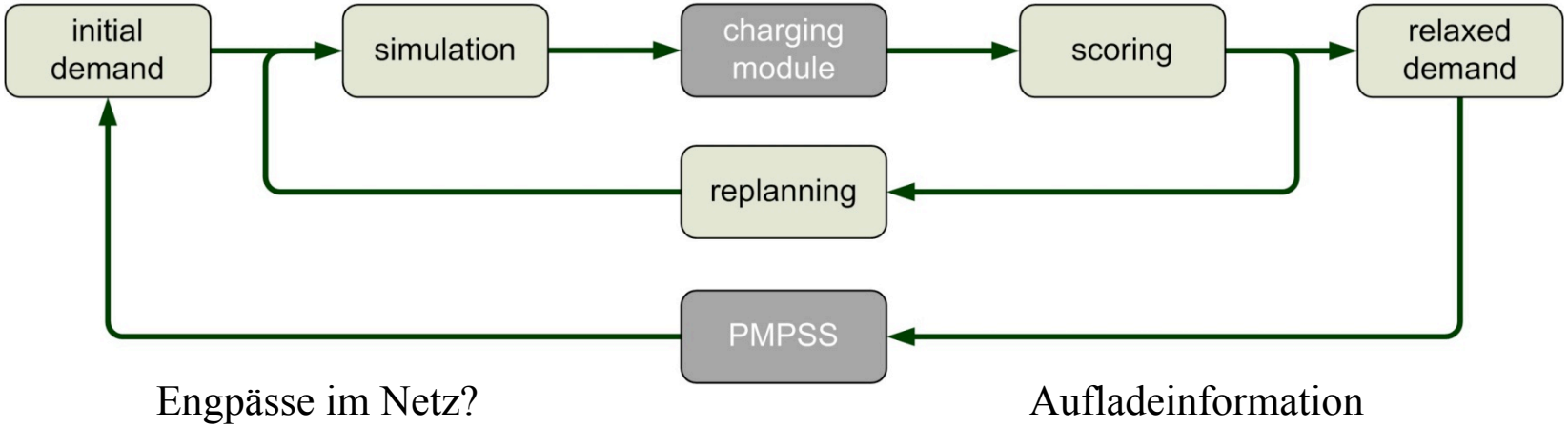
(C. Dobler, IVT, ETH Zürich)

PHEV Management and Power System Simulation (PMPSS)



(M.D. Galus, PSL, ETH Zürich)

Integration von MATSim und PMPSS + Erweiterung

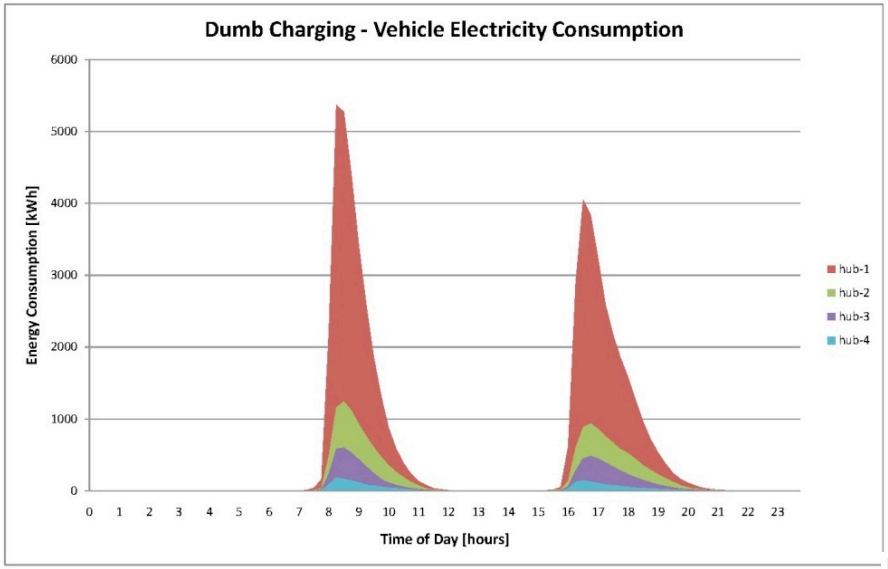


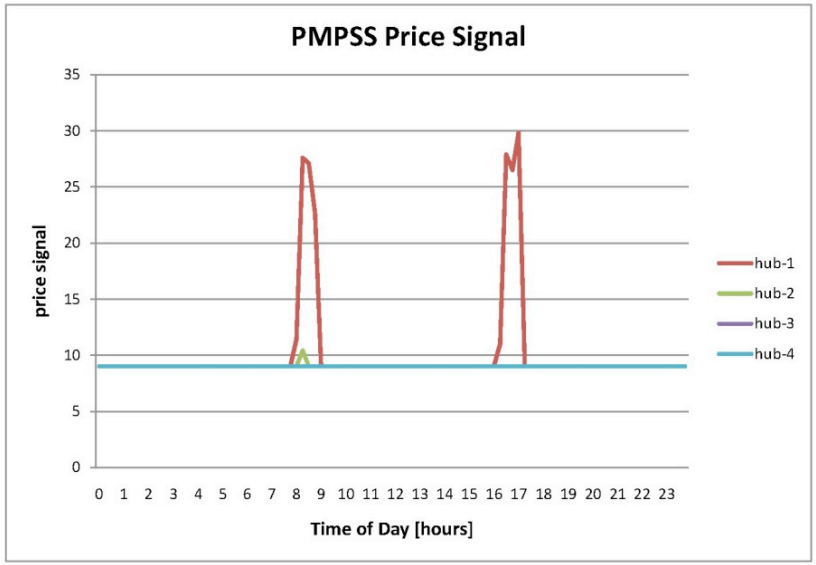
Simulationen

- Test Szenario
  - 16‘000 Agenten
  - Berlin Netzwerk
  - Home-work-home, home-education-home Aktivitätenketten
  - 4 Hubs, Grundlasten von typischen westlichen Städten
  - Stecker bei allen Aktivitäten verfügbar
  - Preis von Elektrizität günstiger als Benzin

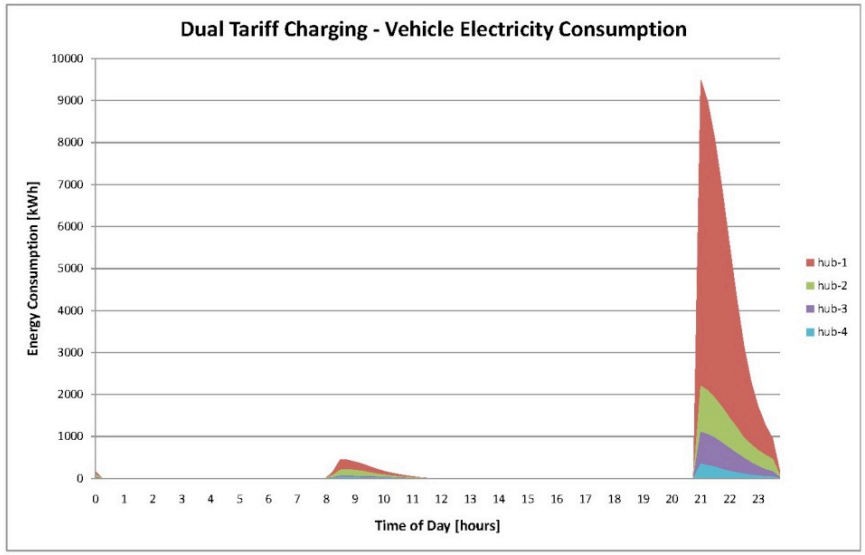
- Verschiedene Auflademuster und Strategien simuliert

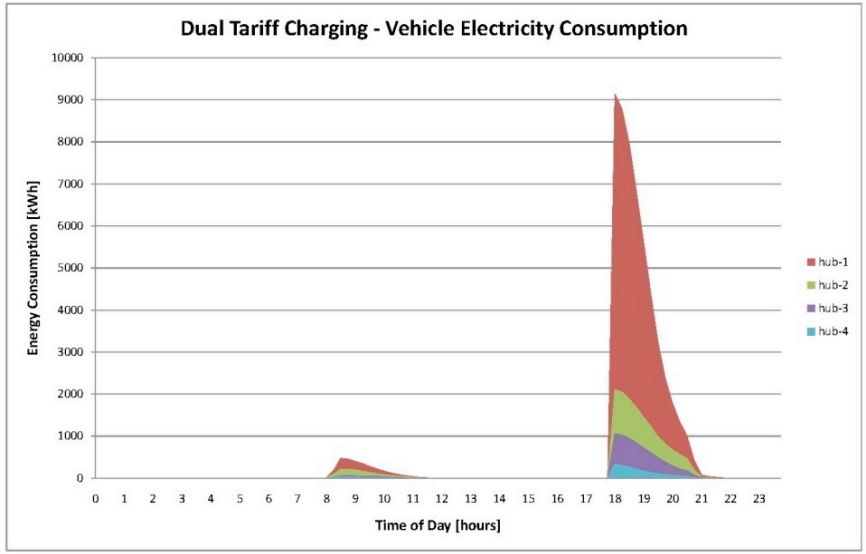
Aufladen bei Ankunft

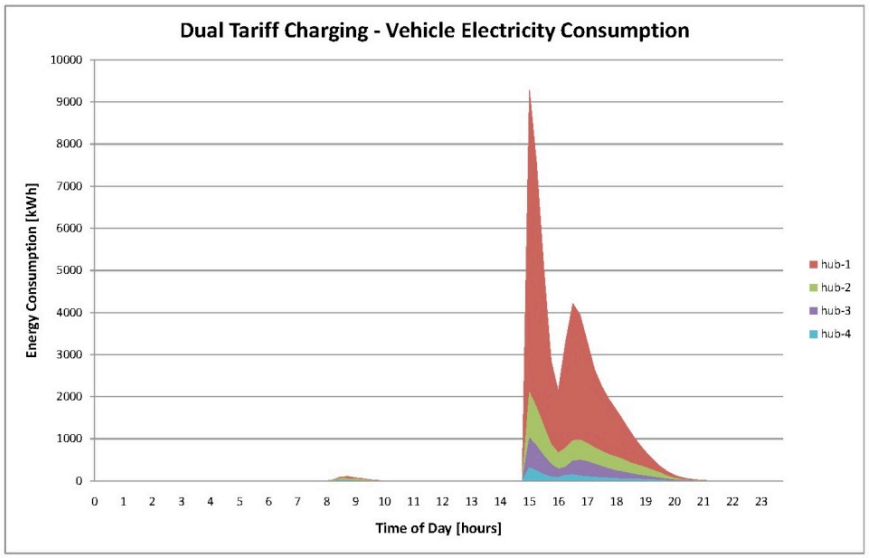




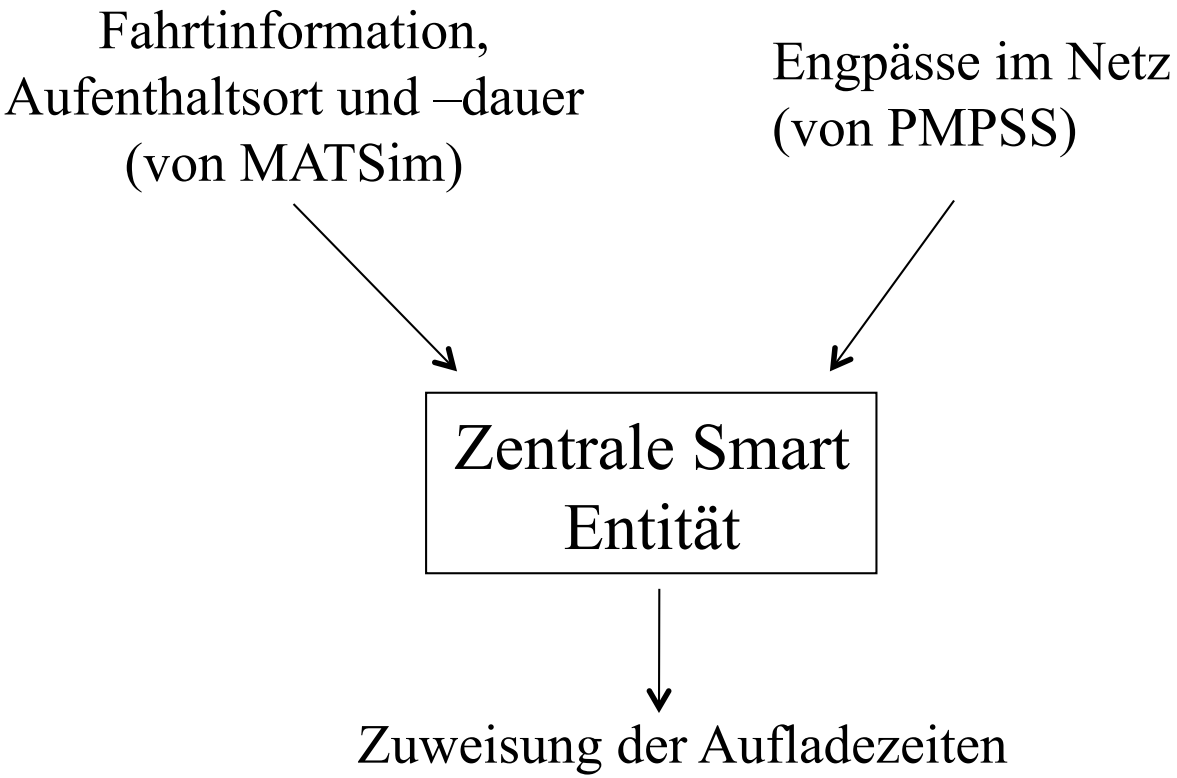
Aufladen mit Nieder- und Hochtarif





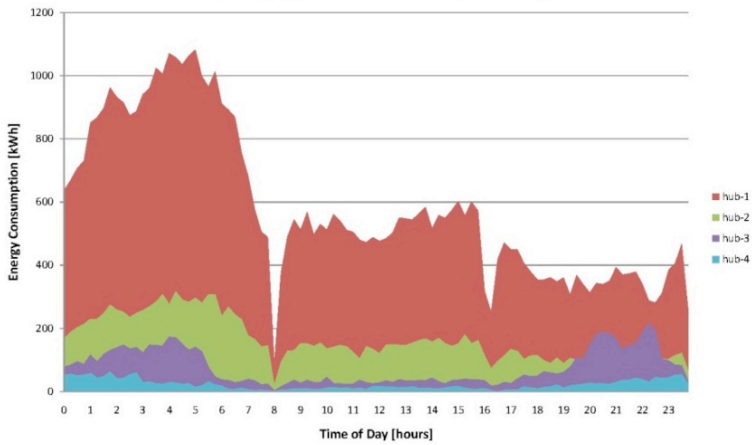


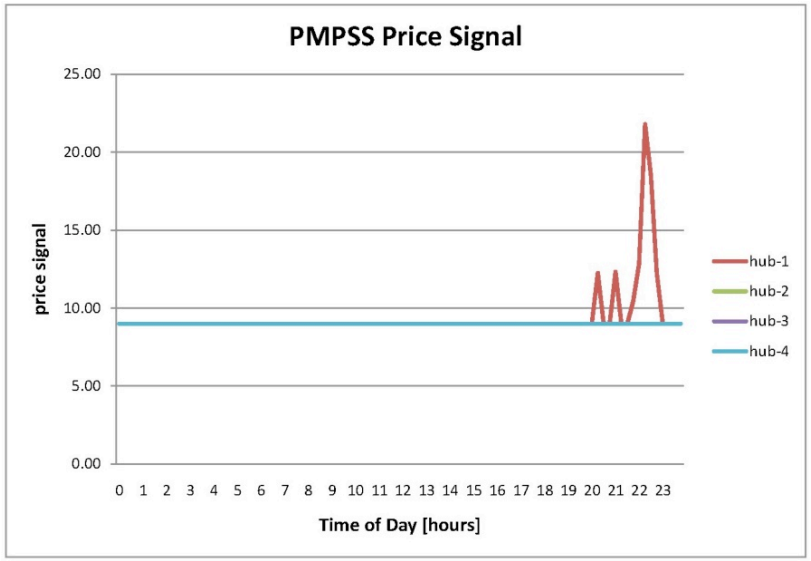
Zentrales Smart Charging



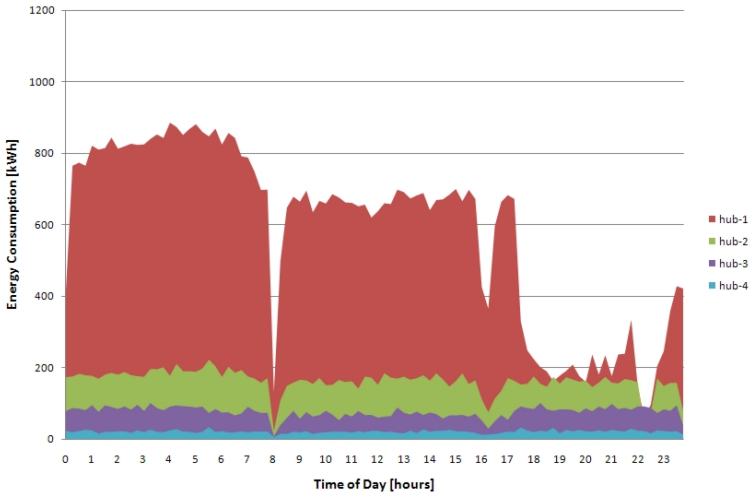
Zentrales Smart Charging

1. Iteration – Randbedingungen verletzt





5. Iteration – Alle können aufladen



Fazit und Ausblick

- Framework für Analyse von PHEF

Zukünftige Entwicklungen:

- Dezentrales Smart Charging
- Unsicherheit in der Information
- Privatsphäre der PHEF Besitzer
- Vehicle-To-Grid
- Integration von Energieverbrauch der verschiedener Fahrzeugtypen
- Simulation für dem Grossraum Zürich

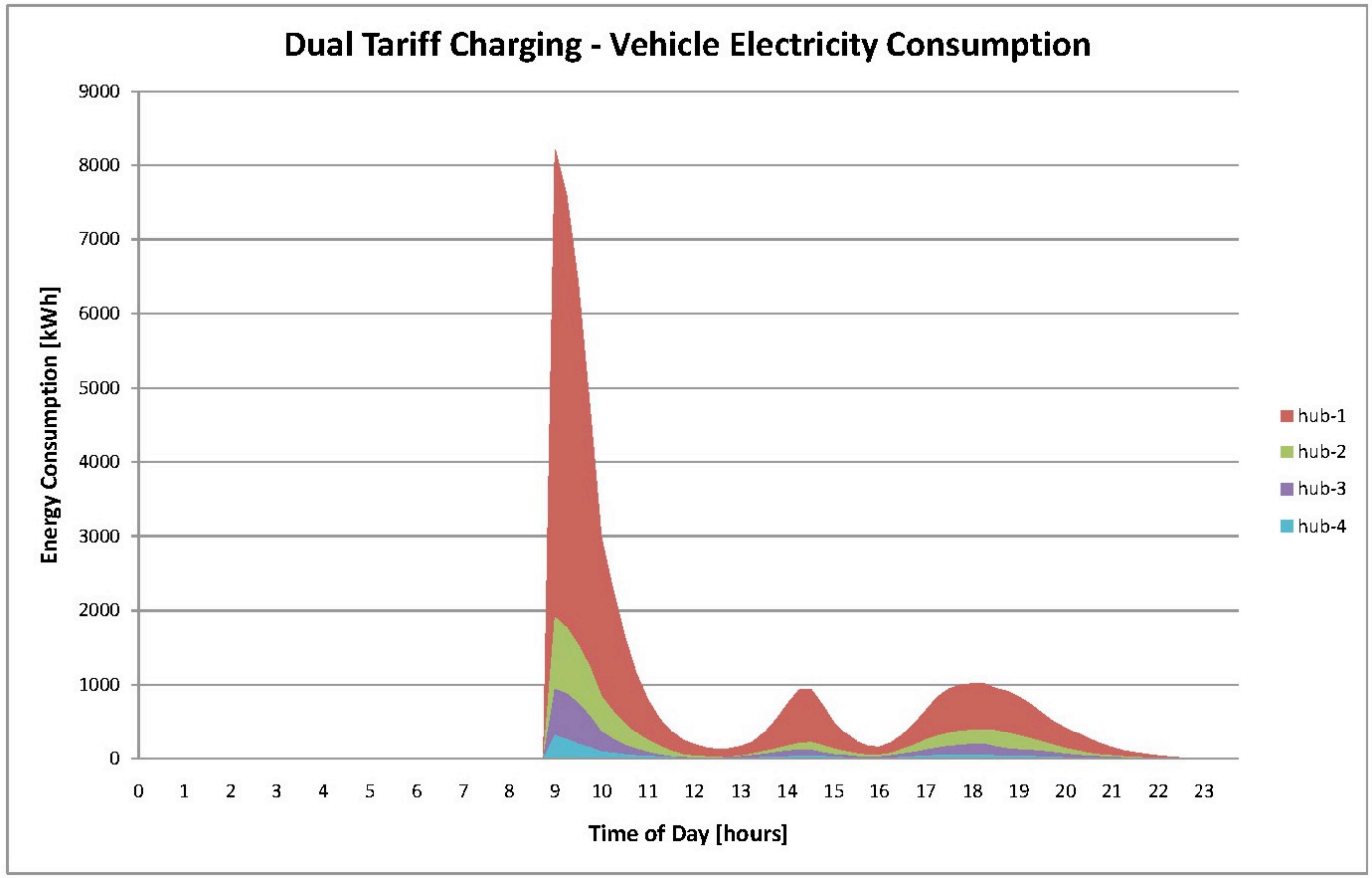
Fragen?

Backup Slides

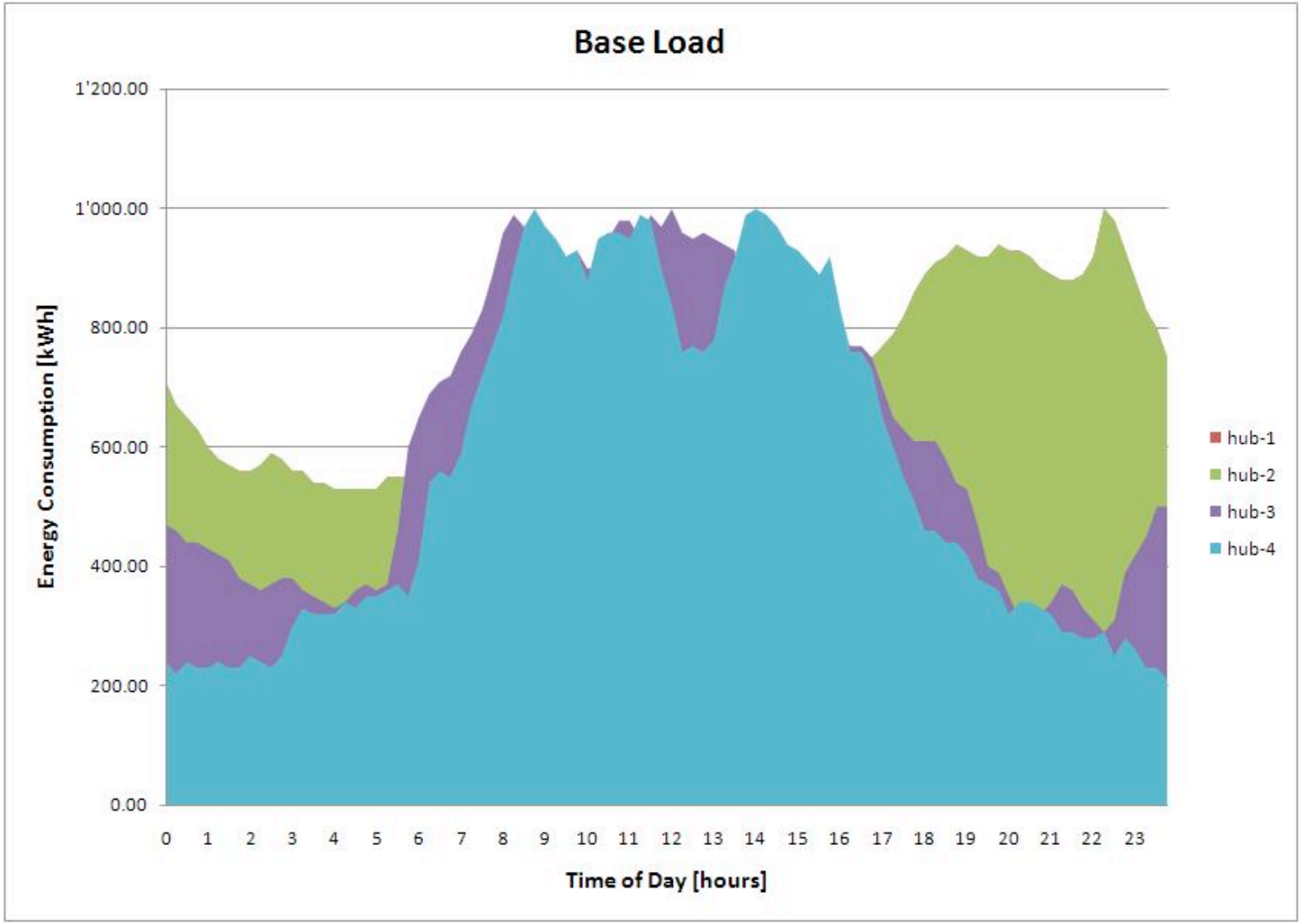
Shadow goals

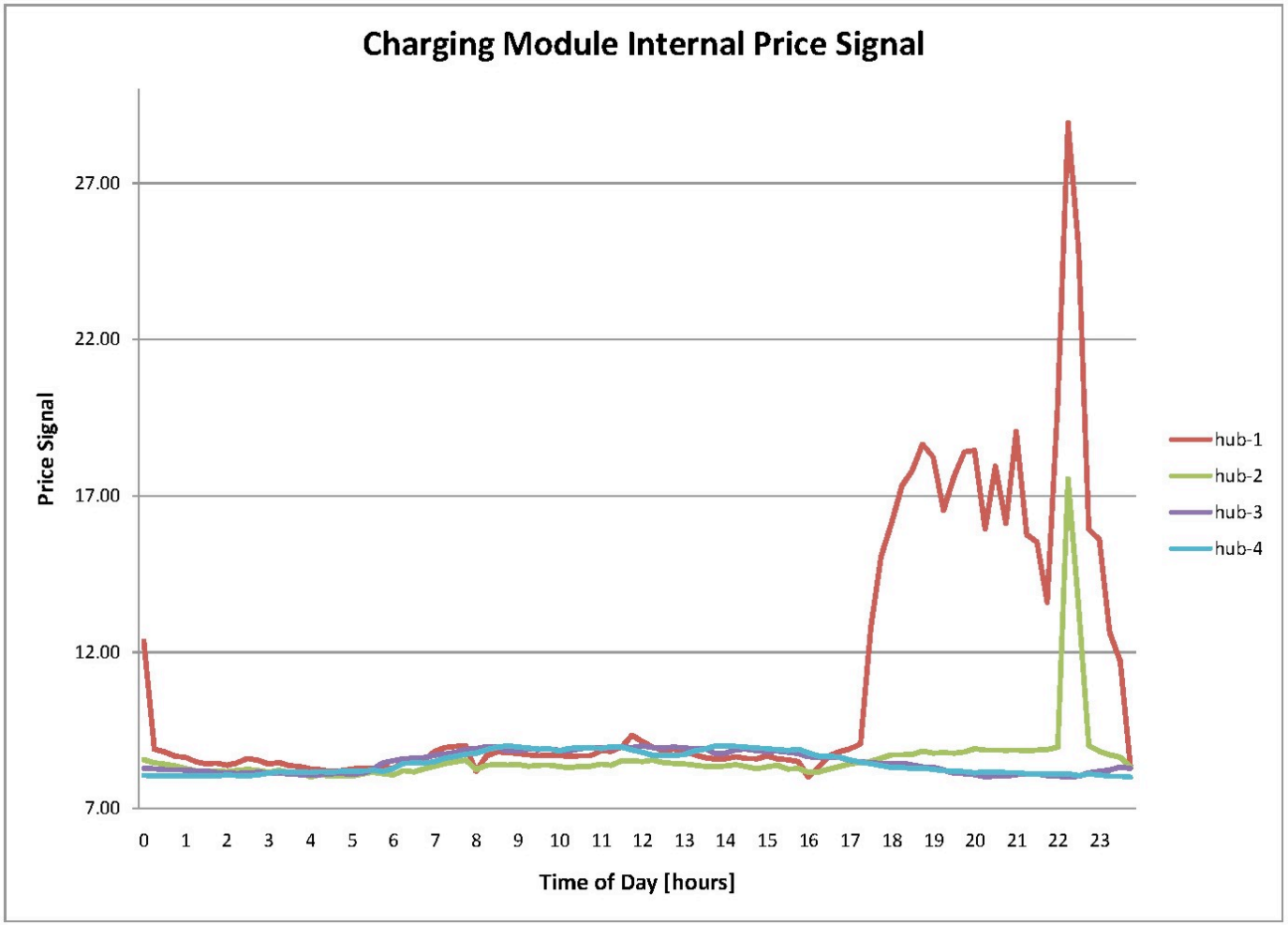
- Swapping and charging stations
- Autos mit elektrodach, H2G.

Excessivly High Charging Price During the Night



Base Load


Base Load
1'200.00
1'000.00
800.00
600.00
400.00
200.00
0.00
Energy Consumption [kWh]
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23
Time of Day [hours]
hub-1
hub-2
hub-3
hub-4


Charging Module Internal Price Signal
Price Signal
27.00
22.00
17.00
12.00
7.00
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23
Time of Day [hours]
hub-1
hub-2
hub-3
hub-4

Framwork auf MATSim aufbauen

MATSim (Multi-Agent Transport Simulation)

[matsim.org]

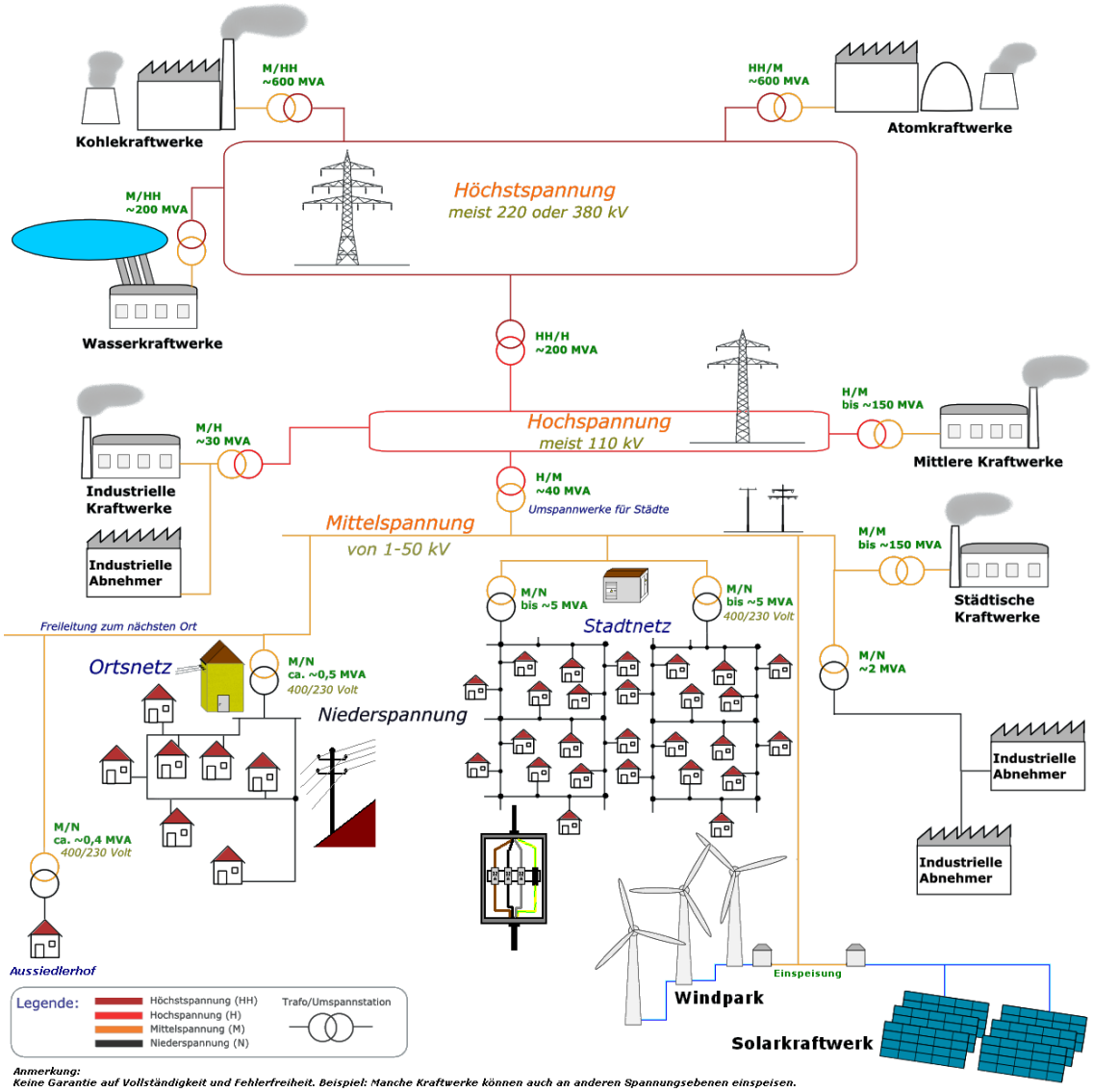
Wieso Agenten Basierte Simulation?

- Engpässe im Netzwerk auffinden
- V2G: Verfügbare Elektrizität als Rohstoff, dass dem Netz zur Vefügung steht ändert sich über den Ort.
- Nachfrage an Elektrizität: Ändert über Tag nach Ort und Zeit
- Ausgaben der Simulation: Wo wurde wieviel Energie verbraucht? Wo wurde die Umwelt wieviel belastet (Treibhausgase und andere Schadstoffe)?
- Grobe Rechnungen sind einfach zu machen, z.B. dass schon ein kleinere Durchdringung des Marktes mit Fahrzeugen, die V2G machen würde, würde die Probleme in Zusammenhang mit der Bufferung lösen.
- Grobe Modelle gibt es viele, die es erlauben Überschlagsrechnungen zu machen. Z.B. in der Art, die meisten Strecken die zurückgelegt werden am Tag sind kurz und könnten elektrisch gefahren werden.

PHEF und Netzinteraktion: Ein „framework“ ?

- Einfluss von PHEF analysieren
- Schnittstellen für andere Forscher
- Es ist klar, dass nur ein kleiner Teil der Analyzen im zusammenhang mit der aktuellen Arbeit gemacht werden kann (und beigetragen werden kann). D.h. Man möchte in die Zukunft schauen und es erlauben, dass wir Abstraktionen und Modelle zur Verfügung stellen, dass andere eigene Modelle darauf aufbauen können.
- Man möchte Forscher unterstüzen, indem man Abstraktionen anbietet um neue Modelle zu machen.

Source: http://de.academic.ru



Anmerkung:
Keine Garantie auf Vollständigkeit und Fehlerfreiheit. Beispiel: Manche Kraftwerke können auch an anderen Spannungsebenen einspeisen.

Interdisciplinary, Partners

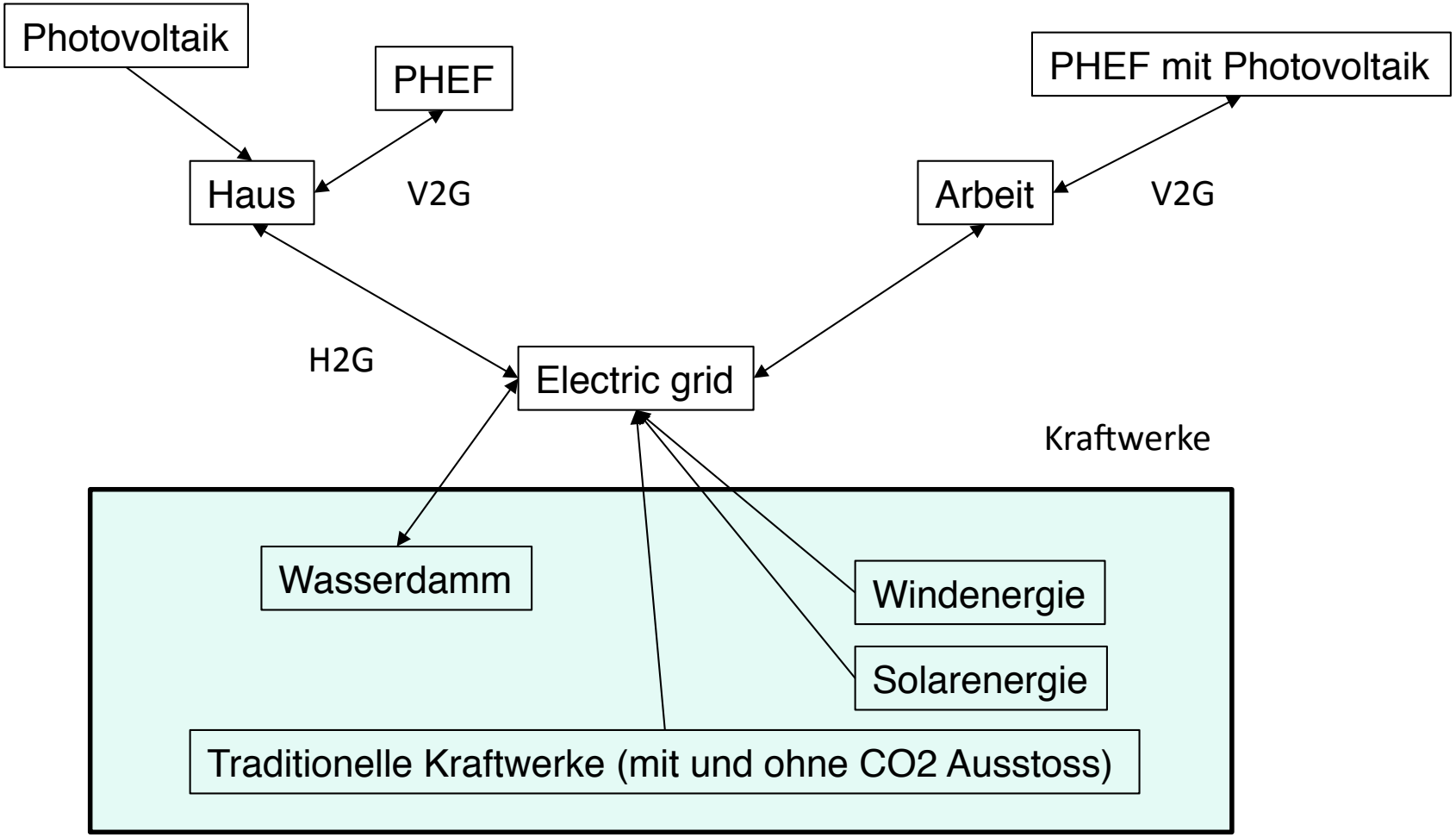
Um die Auswirkungen der Einführung von elektrischen Fahrzeuge zu analysieren, muss man sicher Interdisziplinär vorgehen. Und die Verkehrsplanung hat da eine wichtige Aufgabe.

Es ist eine Interdisziplinäre Lösung gefragt (Expertise von verschiednen Seiten: Power Systems Laboratory ETH, **Laboratorium für Aerothermochemie und Verbrennungssysteme,** Paul Sherer Institut, EMPA, Umweltwissenschaften, etc.

Facts (Backup)

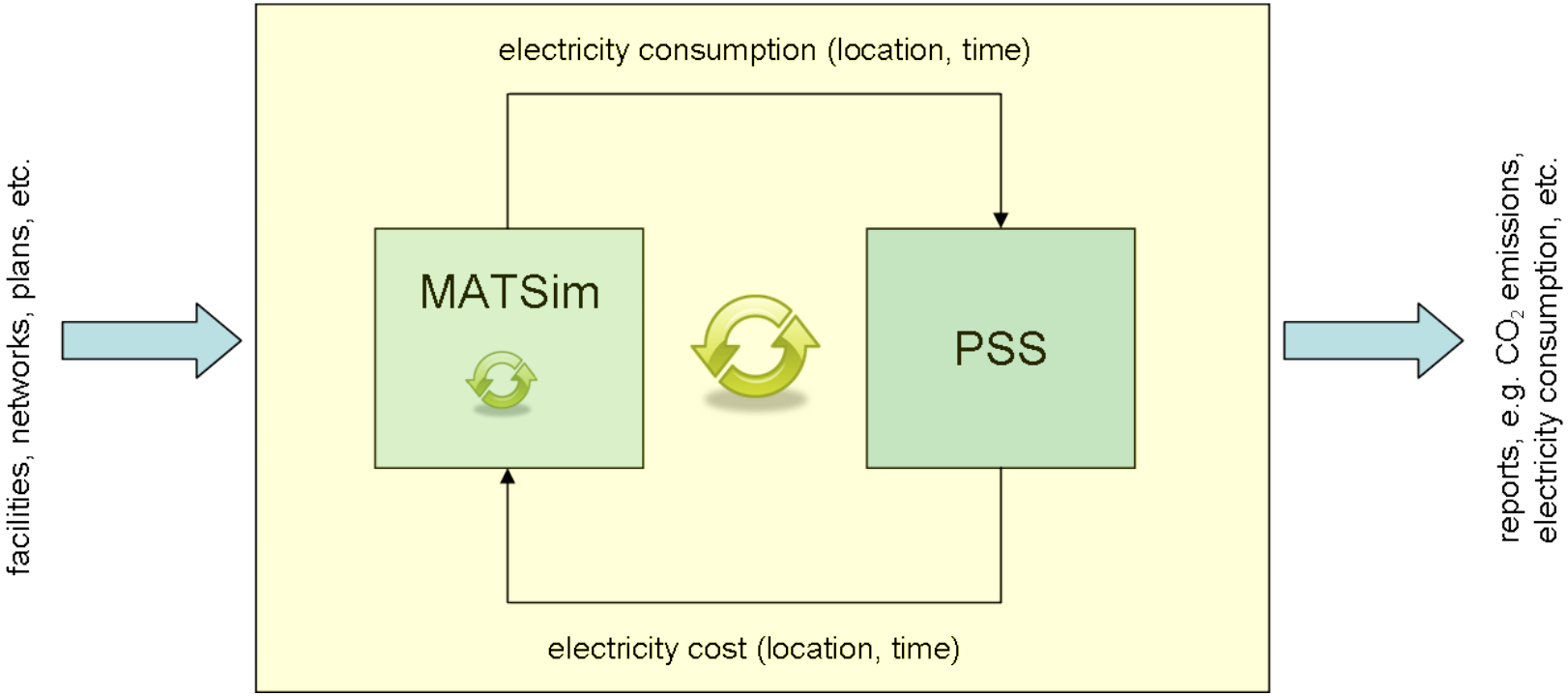
- Wenn die ganze Fahrzeug flotte plug-in hybrid fahrzeuge wären, hätte man 3 mal mehr Kapazität als alle (oder einfach sagen, dass diese signifikant übersteigen würde).
- Auch wenn Plug-in-Hybrid Fahrzeuge eingeführt würden, werden im Europäischen Raum bis 2015 ca. 10 durchschnittliche Schweizerkraftwerke gebraucht, um die Spitzenlasten. => könnte von ca. 700‘000 vehicles bewältigt werden.

Beispielszenario für PHEF Simulation



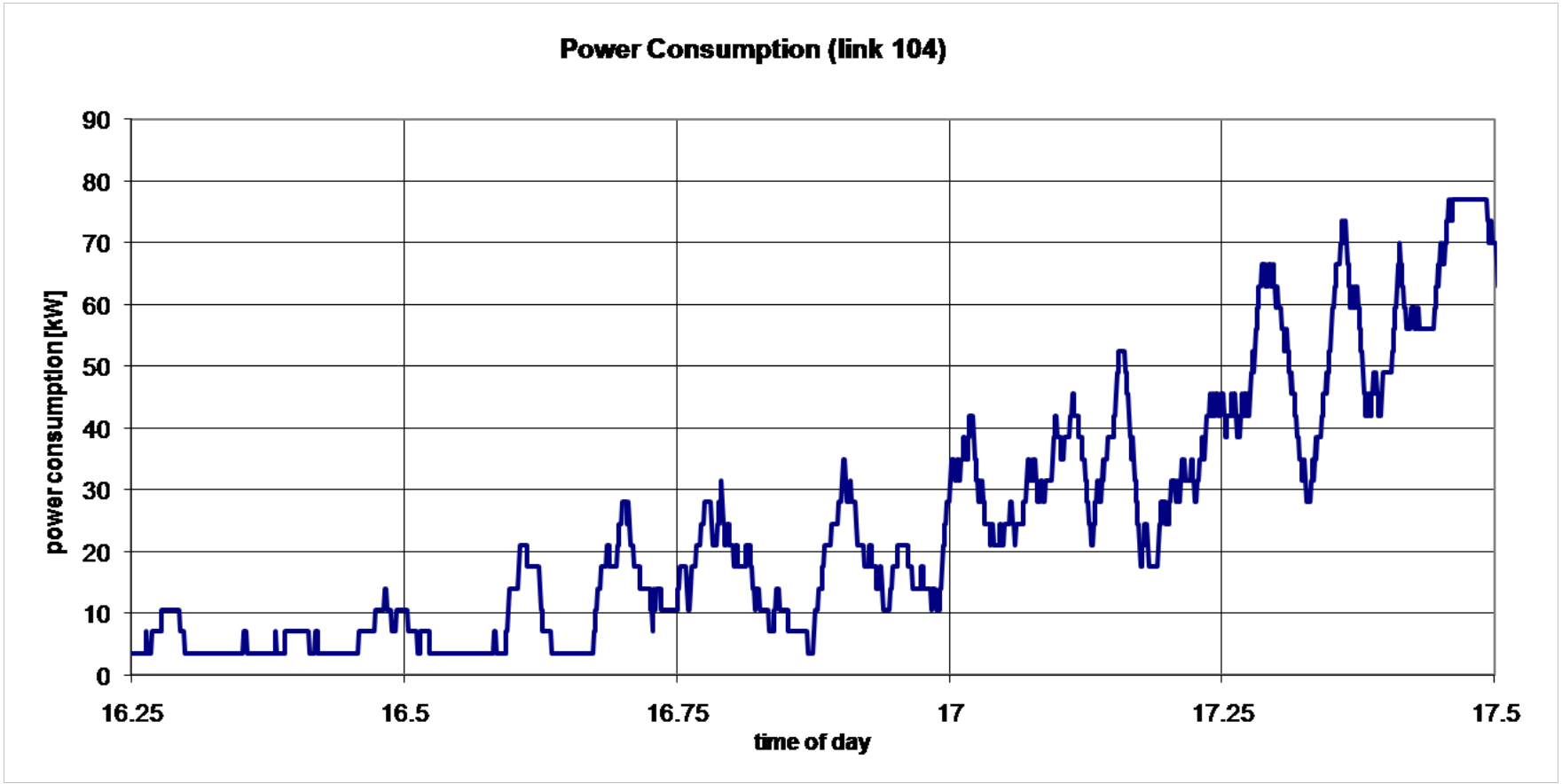
=> Energiebilanz und Treibhausgas Ausstoss

Erste Fortschritte: Integration von MATSim und PSS



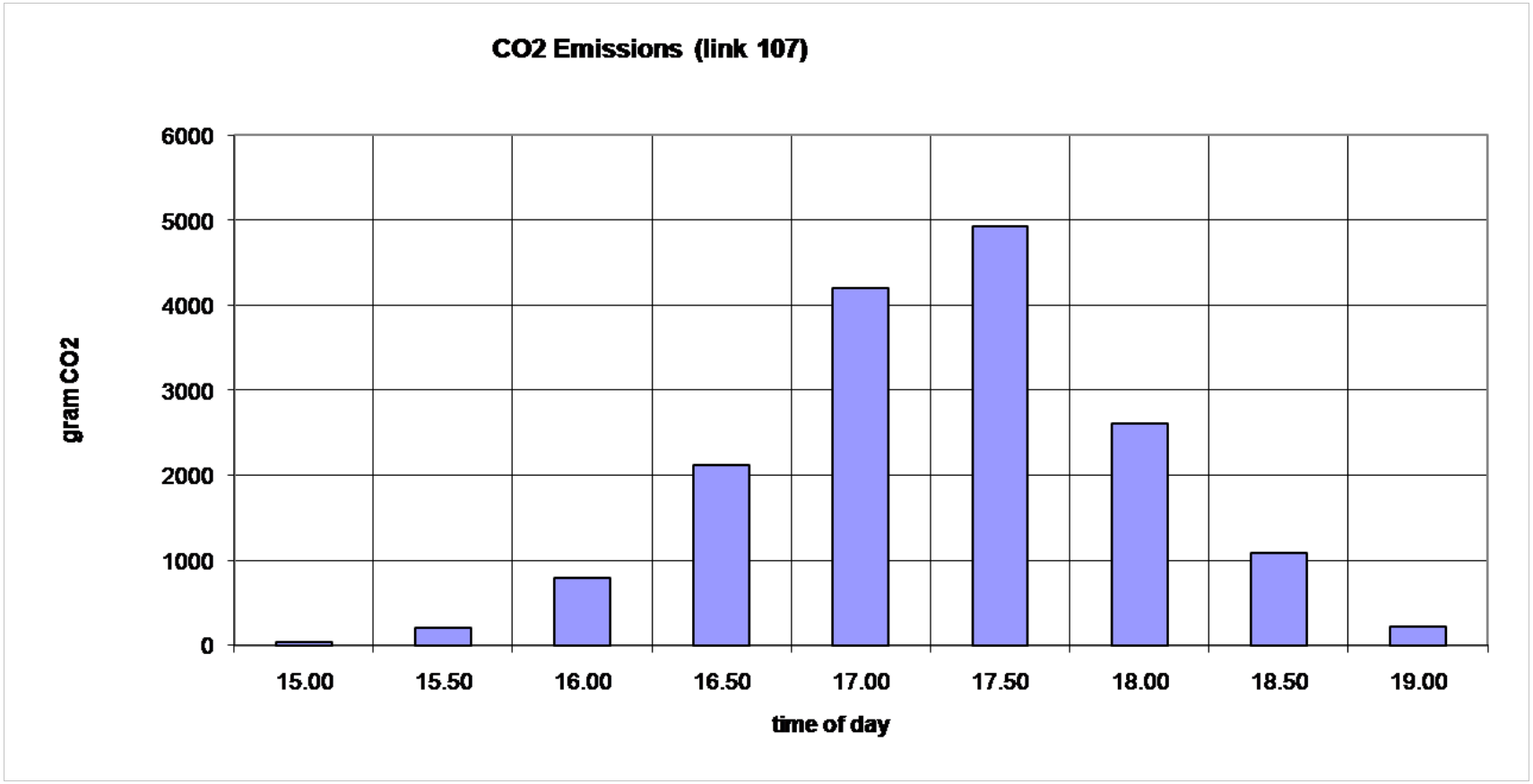
PSS (Power System Simulation)

Erste Ergebnisse: Elektrizitätsverbrauch



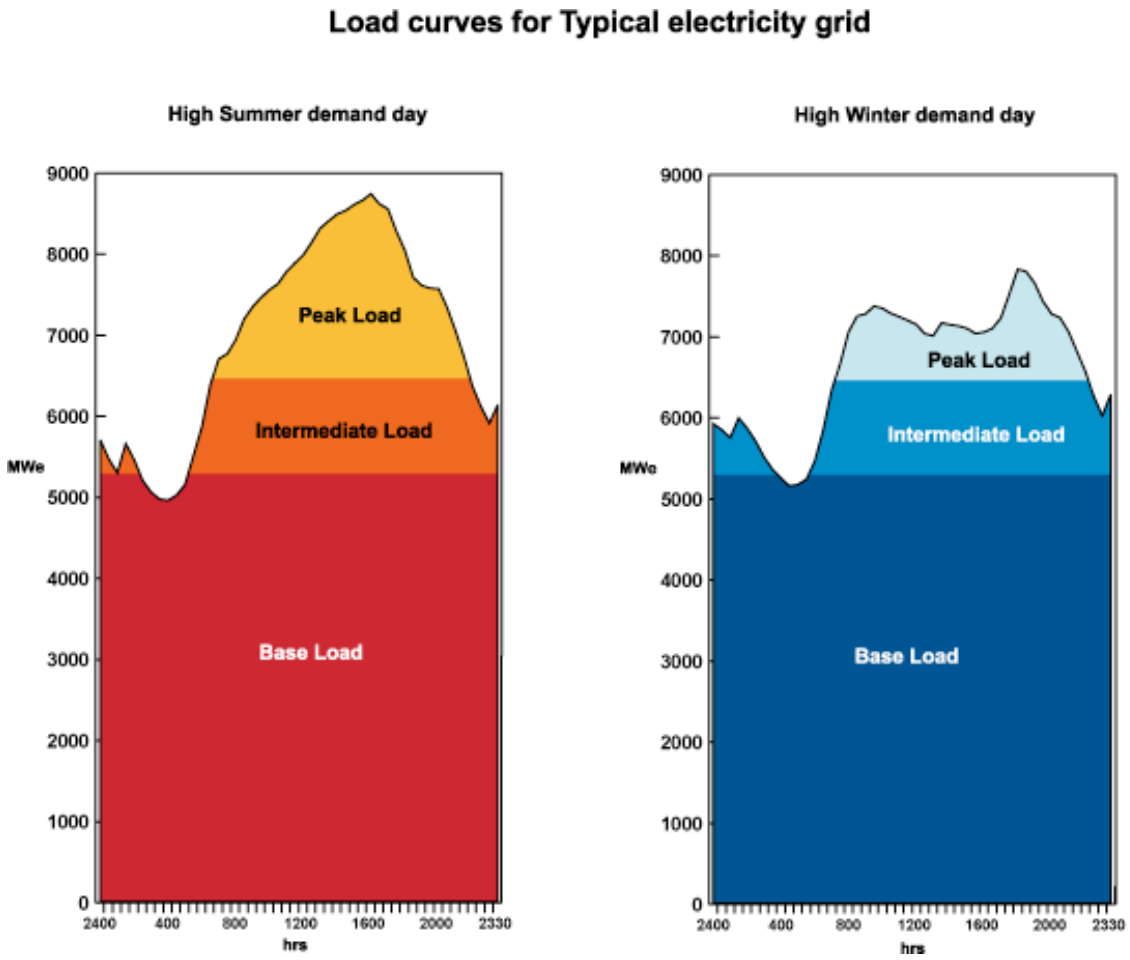
(mit synthetischer Nachfrage)

Erste Ergebnisse: CO2 Emissionen



(mit synthetischer Nachfrage)

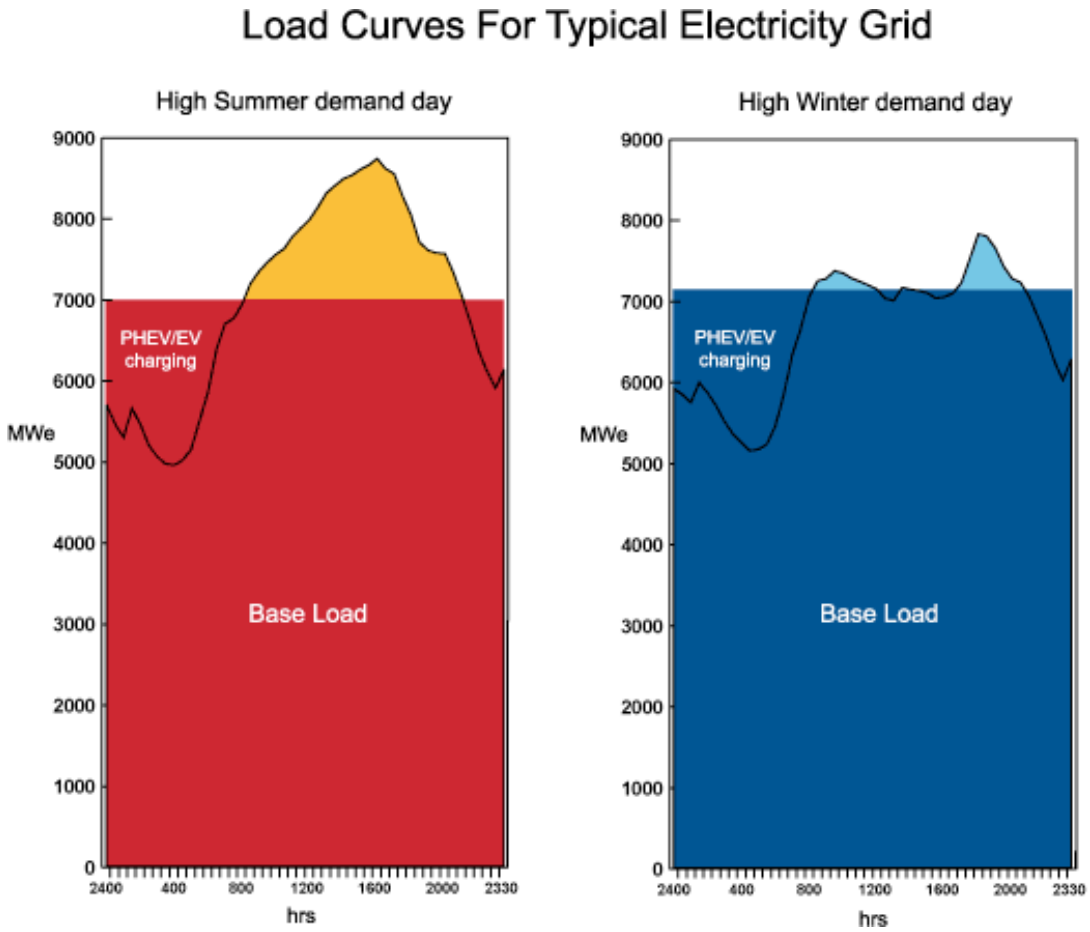
Load Curves Electricity Grid



[www.world-nuclear.org]

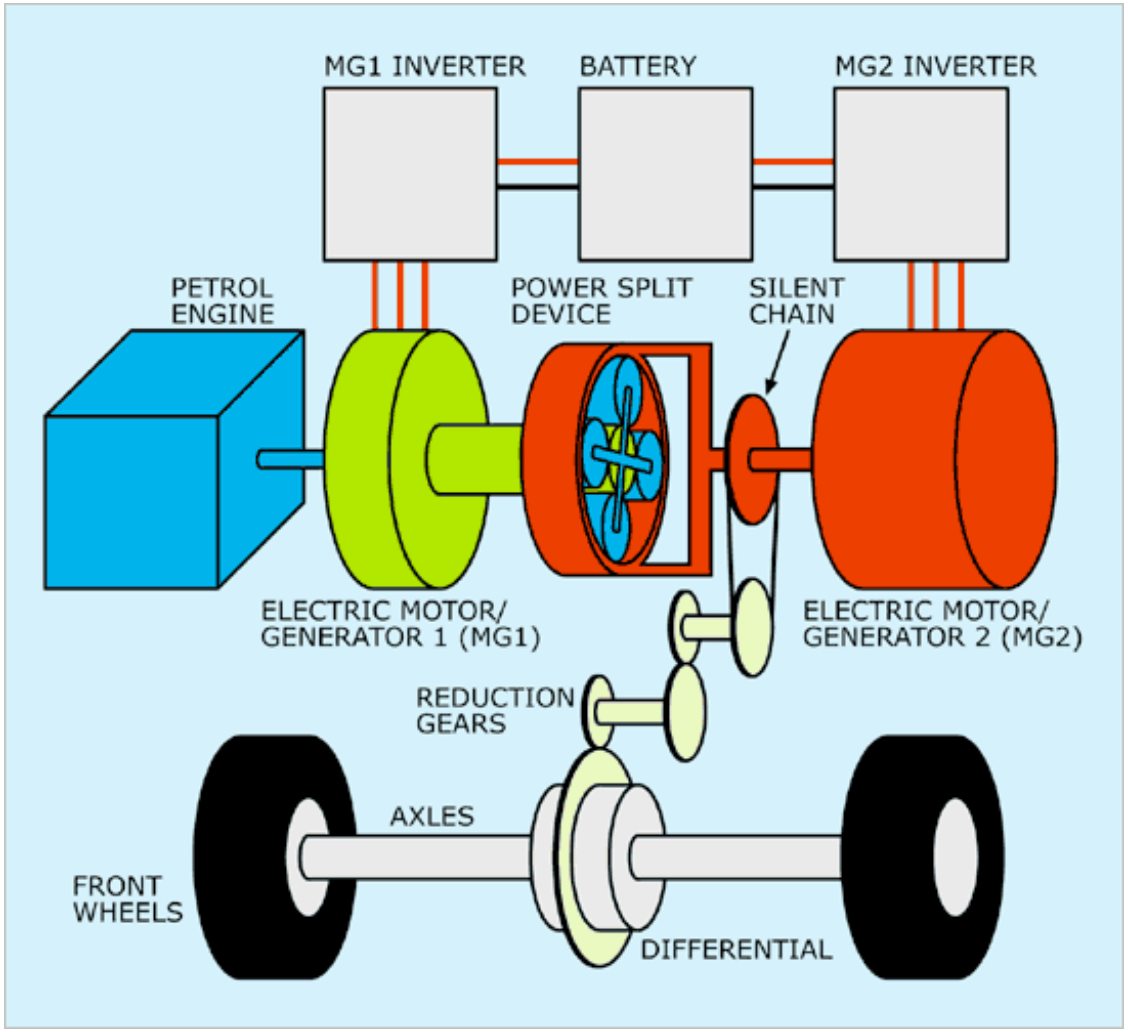
Load Curves Electricity Grid (cont.)

- Smart grid



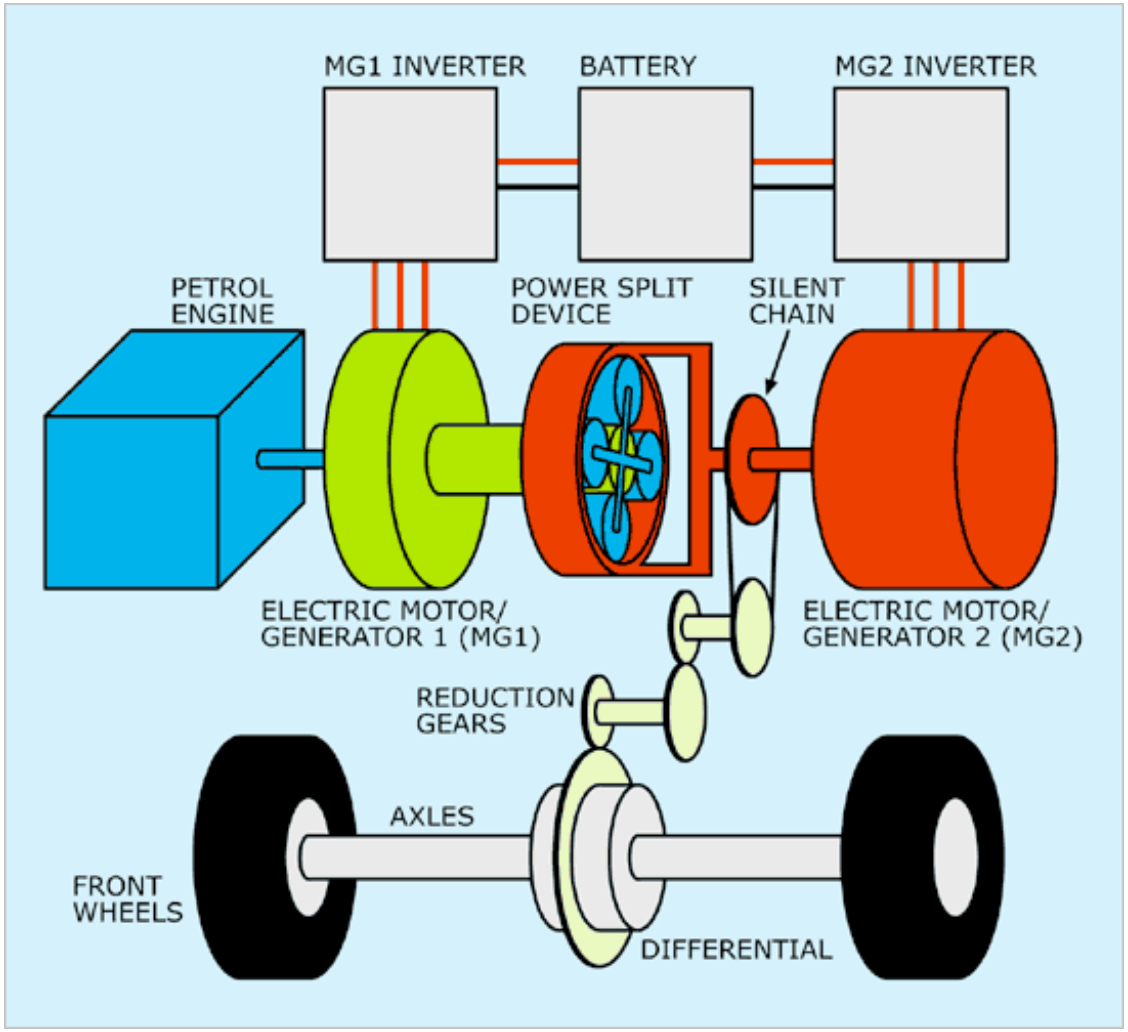
[www.world-nuclear.org]

Hybrid Electric Vehicle (e.g. Toyota Prius)



[www.cleangreencar.co.nz]

Plug-in Hybrid Electric Vehicle (PHEV)



[www.cleangreencar.co.nz]

In [1] wird das Potenzial der Ersparnis durch Vehicle-to-grid Technologie auf ca. 4000$ pro Jahr pro Auto in den USA eingeschätzt. In [2] wird dieses Potenzial auf ca. 150 Euro pro Jahr für Deutschland eingeschätzt.

Electricity costs for driving in all-electric-mode: $1.44 to $2.72 per 100 km [3]

Elektrizitätsproduktion in der Schweiz im Jahr 2008: 67 Mrd. kWh [5]

Energieverbrauch eines bestimmten plug-in hybrid models: 16kWh/ 100 km [3].

[1] http://en.wikipedia.org/wiki/V2G

[2] http://de.wikipedia.org/wiki/Vehicle_to_Grid

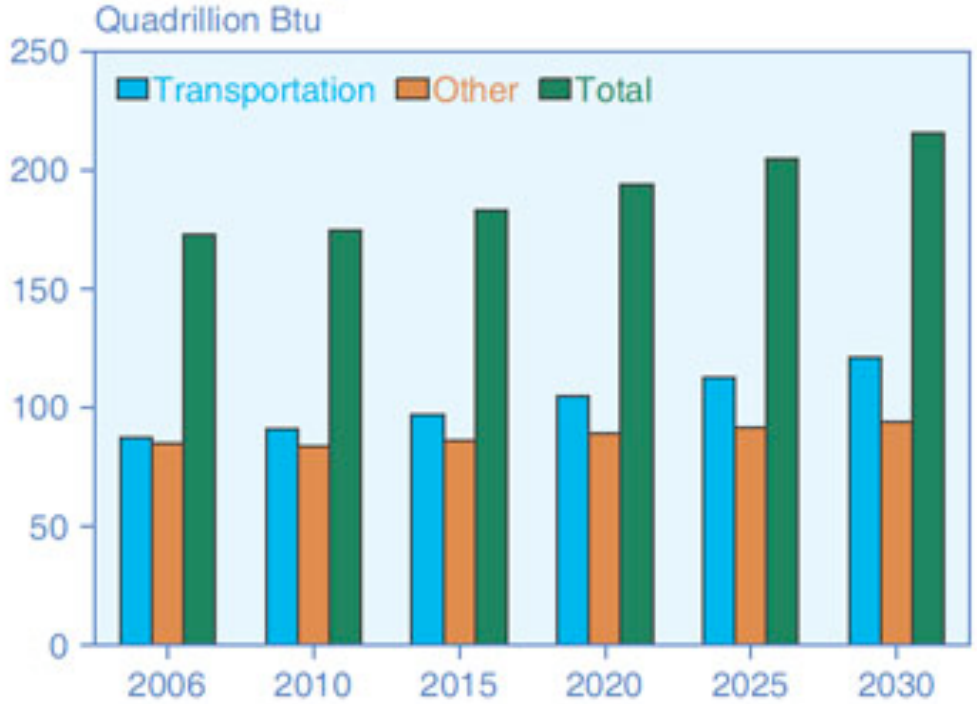
[3] http://en.wikipedia.org/wiki/BYD_F3DM

[4] http://de.wikipedia.org/wiki/Chevrolet_Volt

[5] Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2008

[6] Mikrozensus 2005

Figure 70. World Liquids Consumption by End-Use Sector, 2006-2030



Sources: **2006:** Derived from Energy Information Administration (EIA), *International Energy Annual 2006* (June-December 2008), web site www.eia.doe.gov/iea. **Projections:** EIA, World Energy Projections Plus (2009).