Promoting clean public transport





# Herausforderungen Elektroplanung





map by © (2010) data2map.at





## **Programm**



- Aufbau der Energieversorgung in Salzburg
- Aufgaben der Elektroversorgung
- Energiebedarf
- Sparpotentiale
- Blick in die Zukunft

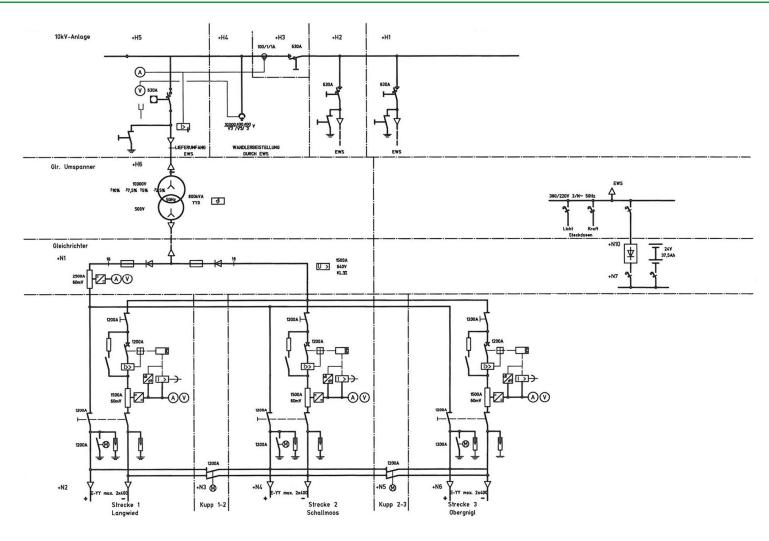






# **Aufbau Energieversorgung in Salzburg**





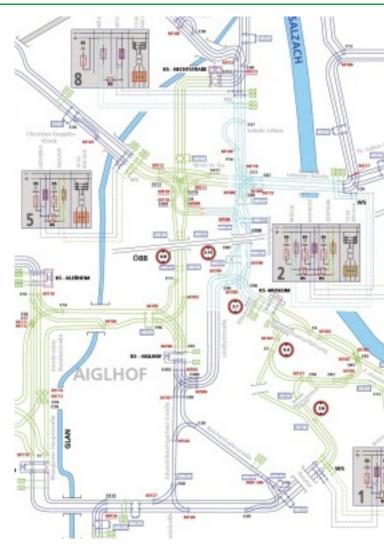




# Aufbau Energieversorgung in Salzburg



- ca. 5Mio km pro Jahr
- Gesamtverbrauch 12.2GWh im Jahr 2011
- ca. 2.55kWh / km
- 17 Gleichrichterstationen
- 3 mobile Gleichrichteranlagen
- 46 Leistungsschalter
- 37 Kuppelschalter
- Trafoleistungen 630kVA bis 1600kVA





# Aufgaben der Elektroversorgung



Bereitstellung der Energie zur richtigen Zeit in der benötigten Menge

Herausforderungen -> Effizienz u. Wirtschaftlichkeit:

- Sehr starke Belastungsschwankungen
- Komplexe Netzwerke / Berechnungen
- Sicherheit / Kurzschluß
- Komplexe Speisesituationen im Bestand
- Hoher Kostendruck
- Sehr dynamisches Umfeld
- Wechselspiel Fahrzeuge
- Umgang mit neuen Technologien / Verkehrssystemen





# **Energiebedarf**



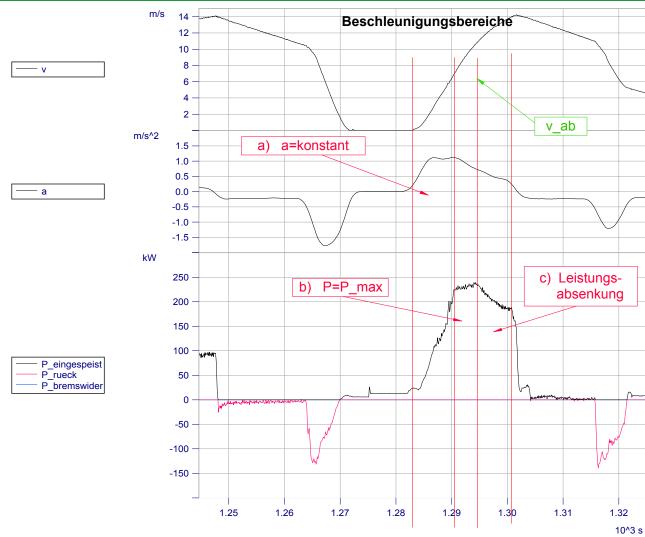
- Kenntnis der betrieblichen Verhältnisse
- Wissen über die Fahrzeugparameter
- Netzzustand (Fahrleitungstyp, Querschnitte, Abnützungsgrad)
- Langfristige Planung
- Ausbaumöglichkeiten / Reserven
- Streckenparameter (Steigungen, Radien, Ampeln, Kreuzungen, Staus?, Länge, ...)
- Speisekonzepte (Redundanzen?)





# **Energiebedarf – Fahrzeugcharakteristik**









This project is implemented through the CENTRAL

EUROPE Programme co-financed by the ERDF

# **Energiebedarf – Fahrzeugcharakteristik**



- Heizleistungen
- Klimatisierungen
- Antriebsleistungen
- Wirkungsgrad Antrieb
- Rollwiderstand
- Fahrstile der Fahrer

#### Leistungsbilanz:

$$P_{mech} = \frac{d}{dt}E_{kin} + P_{reib}$$
 mit  $P_{mech}$  – mechanische Leistung,

 $P_{reib}$  – Reibleistung,

 $E_{kin}$  – kinetische Energie

$$P_{mech} = m * v * (a + R * g)$$
 mit  $P_{reib} = F_{reib} * v = R * g * v$ 

mechanische Energie:

$$E_{mech} = \int m * v(t) * (a(t) + R(v) * g) dt$$

und Wirkungsgrad bei Einspeisung:

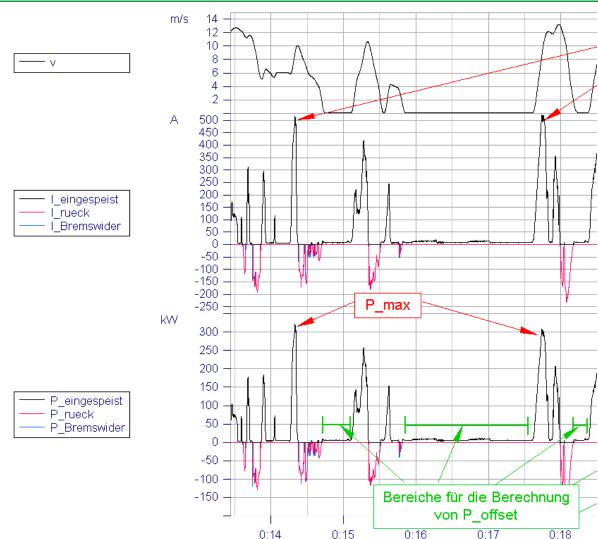
$$\eta_{ein} = \frac{E_{mech}}{E_{elektr}}$$
 mit  $E_{elektr} = \int U_F * I dt$ 





# **Energiebedarf - Leistungsbedarf**



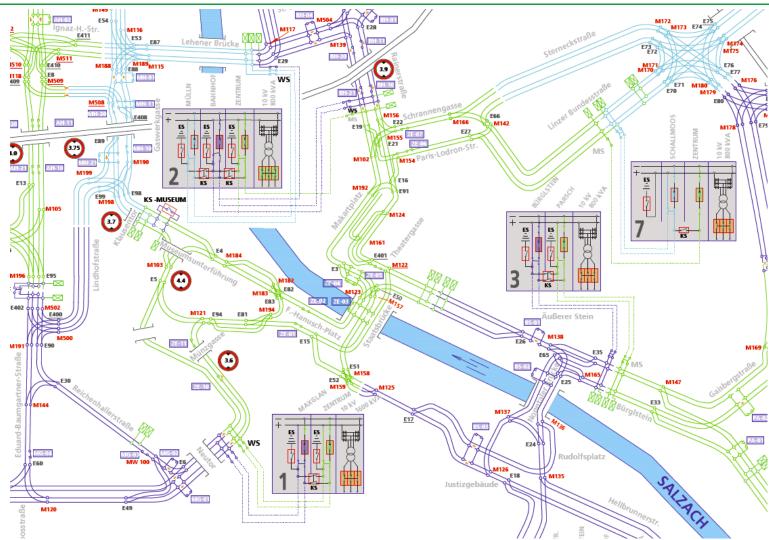






# **Energiebedarf - Netzwerke**







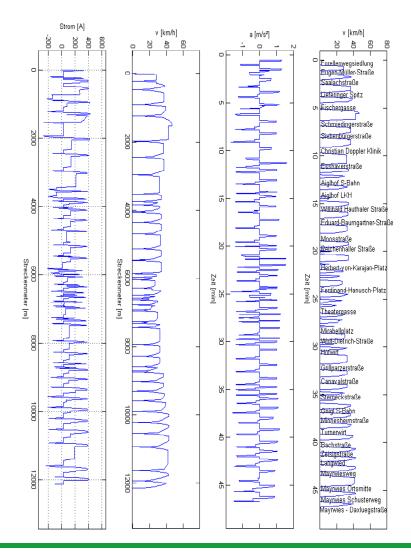


# **Energiebedarf - Netzwerke**



#### Simulationsprogramme

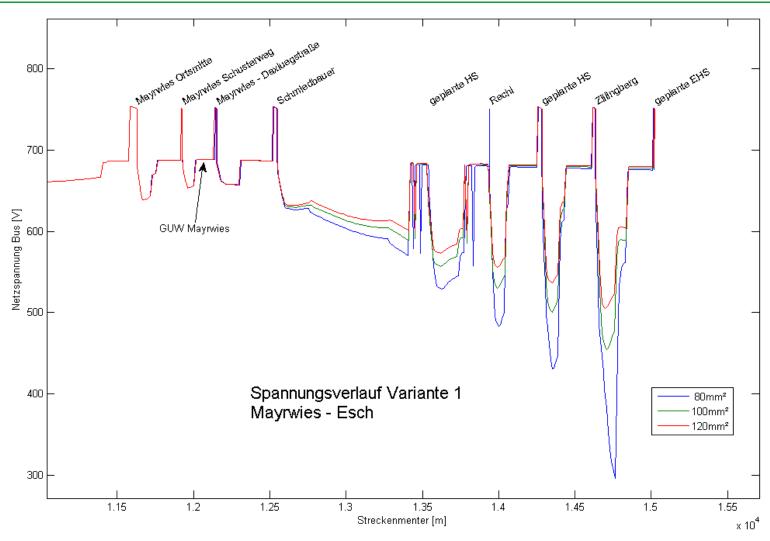
- Kenntnis der zu simulierende Parameter
- Blick auf zukünftige Anforderungen (Glaskugel???)
- Einbindung neuer Verkehrssysteme?





# **Energiebedarf - Netzwerke**







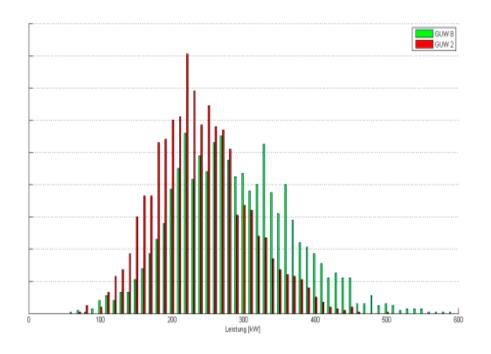


## **Energiebedarf - Dimensionierung**



#### Trafodimensionierung

- Stark wechselnde Belastungen
- Histogramme der relativen Häufigkeit für Leistungsverteilungen
- $P_S = \sqrt{3} I_N(U_N/G_F) = Trafoleistung in kVA$
- Trafo so groß als nötig (Kosten in der Anschaffung, laufende Kosten durch Leerlaufverluste)



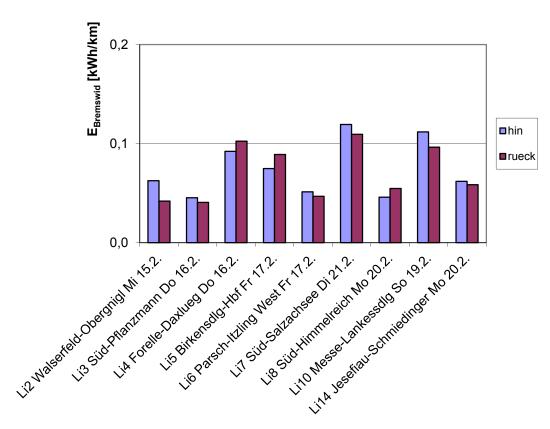


## **Gibt es noch Sparpotentiale?**



- ca. 0.07kWh/km ungenützte Bremsenergie
- ca. 5Mio km pro Jahr
- Ergibt 350.000kWh / Jahr
- Gesamtverbrauch 12.2GWh im Jahr 2011
- 2,86% bleiben ungenützt
- WAS TUN?????

#### mittlere Bremswiderstandsenergie auf einer Linie





#### **Blick in die Zukunft**

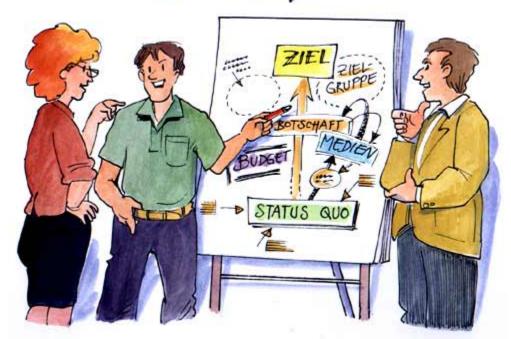


- Ladestationen
- Neue Versorgungskonzepte
  - Neue Kunden? (z. B. Lieferwagen in der Innenstadt?)
  - Neue Fahrzeugtypen (z. B. Batteriebus?)

This project is implemented through the CENTRAL EUROPE Programme co-financed by the ERDF

- Dritte Schiene? (Energiezuführung von unten)
- ....

# Konzepte









#### Ing. Andreas Randacher, BSc.

Salzburg AG, Bereich Verkehr Centerleiter Infrastruktur +43 676 86826161

andreas.randacher@salzburg-ag.at







# Alles klar? - Alles klar!

